

JP-2001-20150E

[Title of the Invention]     METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING  
LIQUID CRYSTAL DISPLAY APPARATUS

[Abstract]

[Object] An object of the present invention is to provide a method and apparatus for manufacturing a liquid crystal display apparatus capable of obtaining a higher display quality than a conventional method and apparatus.

[Solving Means] A vertically aligned liquid crystal 29 is inserted between a TFT substrate 10 and a CF substrate 20. A pixel electrode 16a on which a slit 15b is formed is formed on the TFT substrate 10 is formed, and a cell gap sustaining spacer 25a and a domain control protrusion 25b are formed on the CF substrate 20. For example, a positive type photoresist is coated on a common electrode 2. Next, by using a mask for shielding a spacer formation region and a protrusion formation region, a first exposure process is performed, and after that, by using a mask for shielding the spacer formation region, a second exposure process is performed. Next, by developing the photoresist, the spacer 25a and the protrusion 25b having different height can be simultaneously formed.

[Claims]

[Claim 1] A vertically aligned liquid crystal display apparatus where a vertically aligned liquid crystal is inserted into a pair of substrates, comprising:

    a cell gap adjustment spacer formed on at least one of the two substrates to maintain the cell gap in a constant value; and

    a domain control protrusion formed on the substrate where the spacer is

formed and made of the same material as that of the spacer, wherein a height of the domain control protrusion is larger than that of the spacer.

[Claim 2] A method of manufacturing a vertically aligned liquid crystal display apparatus where a vertically aligned liquid crystal is inserted into a pair of substrates, comprising:

- a photoresist film formation step of forming a photoresist film on one substrate;

- an exposure step of transferring a spacer pattern and a protrusion pattern on the photoresist film by using a mask having the spacer pattern and the protrusion pattern in a condition that thickness of after-developing remaining films are different; and

- a developing step of developing the photoresist film to form a cell gap adjustment spacer corresponding to the spacer pattern and a domain control protrusion corresponding to the protrusion pattern.

[Claim 3] A color filter for a liquid crystal display apparatus comprising:

- a substrate;

- a plurality of color filters having a plurality of colors formed on the substrate;

- a common electrode formed on the color filters;

- a cell gap adjustment spacer formed the common electrode; and

- a domain control protrusion formed on the common electrode by using the same process and material as the cell gap adjustment spacer, wherein a height of the domain control protrusion is smaller than that of the cell gap adjustment spacer.

[Claim 4] A method of manufacturing a color filter for a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a plurality of color filters having a plurality of colors on a substrate;  
forming a common electrode made of a conductive material on the color filters;

forming a photoresist film on the common electrode;

transferring a spacer pattern and a protrusion pattern on the photoresist film by using a mask having the spacer pattern and the protrusion pattern in a condition that thickness of after-developing remaining films are different; and

developing the photoresist film to form a cell gap adjustment spacer corresponding to the spacer pattern and a domain control protrusion corresponding to the protrusion pattern.

[Claim 5] A method of manufacturing a vertically aligned liquid crystal display apparatus where a vertically aligned liquid crystal is inserted into a pair of substrates, comprising:

a photoresist film formation step of forming a photoresist film on one substrate;

an exposure step of transferring a spacer pattern and a protrusion pattern on the photoresist film by using a mask having the spacer pattern and the protrusion pattern, wherein a width of the protrusion pattern is smaller than that of the spacer pattern;

a developing step of developing the photoresist film to form a cell gap adjustment spacer corresponding to the spacer pattern and a domain control protrusion corresponding to the protrusion pattern;

a post-baking step of post-baking the after-developing photoresist film, thereby the height of the domain control protrusion being smaller than that of the cell gap adjustment spacer.

[Claim 6] A method of manufacturing a color filter for a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a plurality of color filters having a plurality of colors on a substrate;

forming a common electrode made of a conductive material on the color filters;

forming a photoresist film on the common electrode;

transferring a spacer pattern and a protrusion pattern on the photoresist film by using a mask having the spacer pattern and the protrusion pattern, wherein a width of the protrusion pattern is smaller than that of the spacer pattern;

developing the photoresist film to form a cell gap adjustment spacer corresponding to the spacer pattern and a domain control protrusion corresponding to the protrusion pattern; and

post-baking the after-developing photoresist film, thereby the height of the domain control protrusion being smaller than that of the cell gap adjustment spacer.

[Claim 7] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a color filter on a first substrate;

forming an electrode made of a transparent conductive material on the first substrate;

forming a photoresist film on the transparent material;

forming a cell gap adjustment spacer and a domain control protrusion by exposing the photoresist film and then performing a developing process, wherein a height of the domain control protrusion is smaller than that of the cell gap adjustment spacer;



forming a first alignment film on a surface of the first substrate; and  
attaching the first substrate to a second substrate having a pixel electrode and a second alignment film, and injecting a vertically aligned liquid crystal between the first and second substrates.

[Claim 8] A liquid crystal display apparatus having a black matrix formed by stacking color filters having at least two of red, green, and blue colors on a substrate,

wherein edges of at least two of red, green, and blue pixels is defined by an edge of an upper color filter.

[Claim 9] A color filter substrate for a liquid crystal display apparatus, comprising:

- a substrate;
- a red color filter formed on a red color pixel portion on the substrate;
- a green color filter formed on a green color pixel portion;
- a blue color filter formed on a blue color pixel portion; and
- a black matrix formed by stacking at least two of the red, green, and blue color filters on a region between the pixels on the substrate,

wherein edges of the red, green, and blue pixels are defined by an edge of an upper color filter of the color filters constituting the black matrix.

[Claim 10] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

- forming a first color filter on a first color pixel portion and a black matrix formation portion on a substrate;

- forming a second color filter on a second color pixel portion and the black matrix formation portion on the substrate and defining an edge of the first color

pixel portion by using an edge of the second color filter; and

forming a third color filter on a third color pixel portion and the black matrix formation portion on the substrate, defining an edge of the second color pixel portion by using an edge of the third color filter, and defining an edge of the third color pixel portion by using the edge of the first color filter.

[Claim 11] A method of manufacturing a color filter substrate for a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a first color filter on a first color pixel portion and a black matrix formation portion on a substrate;

forming a second color filter on a second color pixel portion and the black matrix formation portion on the substrate and defining an edge of the first color pixel portion by using an edge of the second color filter;

forming a third color filter on a third color pixel portion and the black matrix formation portion on the substrate, defining an edge of the second color pixel portion by using an edge of the third color filter, and defining an edge of the third color pixel portion by using the edge of the first color filter; and

forming a common electrode made of a transparent conductive material on the color filters.

[Claim 12] A liquid crystal display apparatus where a liquid crystal is inserted between a pair of substrates,

wherein a first spacer for defining a cell gap between the substrates in a normal state and a second spacer having a height smaller than that of the first spacer are disposed between the two substrates.

[Claim 13] The liquid crystal display apparatus according to claim 12, wherein the first and second spacers are made of materials having different pressing

displacement.

[Claim 14] A liquid crystal display apparatus where a liquid crystal is inserted between a pair of substrates,

wherein a spacer for defining a cell gap between the substrates is constructed by stacking a plurality of film having different pressing displacement.

[FIG. 15] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a first photoresist film on a first substrate and performing an exposure process and a developing process on the first photoresist film, thereby selectively forming a first spacer on an inter-pixel region;

forming a second photoresist film on the first substrate and performing an exposure process and a developing process on the second photoresist film, thereby forming a second spacer having a height different from a height of the first spacer on a region where the first spacer is not formed; and

attaching the first and second substrates by contacting a distal end portion of one of the first and second spacers to the second substrate, and inserting the liquid crystal between the two substrates.

[Claim 16] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a spacer by stacking a plurality of film made of materials having different pressing displacement on a region between pixels on a first substrate; and

attaching the first and second substrates by contacting a distal end portion of the spacer to the second substrate, and inserting the liquid crystal between the two substrates.

[Claim 17] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a black matrix and a color filter on a first substrate;

forming a first photoresist film on an entire upper surface of the first substrate and performing an exposure process and a developing process on the first photoresist film, thereby forming a domain control protrusion on the color filter and selectively forming a resist resin film over the black matrix;

forming a second photoresist film on an entire upper surface of the first substrate and performing an exposure process and a developing process on the second photoresist film, thereby forming a first spacer made of the second photoresist film over the black matrix and a second spacer made of the resist resin film and the second photoresist film thereon;

attaching the first and second substrates by contacting a distal end portion of the second spacer to the second substrate, and inserting the liquid crystal between the two substrates.

[Claim 18] A method of manufacturing a color filter substrate for a liquid crystal display apparatus, comprising:

forming a black matrix and a color filter on a substrate;

forming a first photoresist film on an entire upper surface of the substrate and performing an exposure process and a developing process on the first photoresist film, thereby forming a domain control protrusion on the color filter and selectively forming a resist resin film over the black matrix; and

forming a second photoresist film on an entire upper surface of the substrate and performing an exposure process and a developing process on the second photoresist film, thereby forming a first spacer made of the second

photoresist film over the black matrix and a second spacer made of the resist resin film and the second photoresist film thereon.

[Claim 19] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a black matrix and a color filter on a first substrate;

forming a color filter on a pixel portion on the first substrate and forming a color filter on only a predetermined region of the black matrix;

forming a photoresist film on an entire upper surface of the first substrate and performing an exposure process and a developing process on the photoresist film, thereby forming spacers on the color filter stacked on the black matrix and on the black matrix where the color filter is not stacked;

attaching the first and second substrates by contacting a distal end portion of the spacer on the color filter to the second substrate, and inserting the liquid crystal between the two substrates.

[Claim 20] A method of manufacturing a color filter substrate for a liquid crystal display apparatus, comprising:

forming a black matrix on a substrate;

forming a color filter on a pixel portion on the substrate and forming a color filter on only a predetermined region of the black matrix;

forming a photoresist film on an entire upper surface of the substrate and performing an exposure process and a developing process on the photoresist film, thereby forming spacers on the color filter stacked on the black matrix and on the black matrix where the color filter is not stacked.

[Claim 21] A liquid crystal display apparatus comprising:

a pair of substrates;

a plurality of spacers for forming a gap between the substrates; and

a liquid crystal inserted into the substrates;

wherein, if a spacer distribution density is  $n$  (numbers/cm<sup>2</sup>); if a displacement amount generated by exerting a force of  $9.8/n$  (N) on one spacer is  $x$ ; if an average interval between the substrates is  $d$ ; if a liquid crystal density at a temperature of 60 °C is  $q_{60}$  (g/cm<sup>3</sup>); and if a liquid crystal density at a temperature of -20 °C is  $q_{-20}$  (g/cm<sup>3</sup>), the following equation is satisfied:

$$x/d > (1/q_{60} - 1/q_{-20})/(1/q_{60})$$

[Claim 22] A liquid crystal display apparatus comprising:

a pair of substrates;

a plurality of spacers for forming a gap between the substrates; and

a liquid crystal inserted into the substrates;

wherein, if a spacer distribution density is  $n$  (numbers/cm<sup>2</sup>); if a displacement amount generated by exerting a force of  $9.8/n$  (N) on one spacer is  $x$ ; if an average interval between the substrates is  $d$ ; if a liquid crystal density at a temperature of 60 °C is  $q_{60}$  (g/cm<sup>3</sup>); and if a liquid crystal density at a temperature of 20 °C is  $q_{20}$  (g/cm<sup>3</sup>), the following equation is satisfied:

$$x/d > 2 * (1/q_{60} - 1/q_{20})/(1/q_{60})$$

[Claim 23] A liquid crystal display apparatus comprising:

a TFT substrate having a thin film transistor;

a CF substrate having a plurality of color filter having a plurality colors;

a liquid crystal inserted between the TFT and CF substrates,

wherein the TFT substrate comprises:

a transparent substrate;

the thin film transistor formed on the transparent substrate;

a final insulating protective film for coating at least the thin film transistor;  
and

a pixel electrode electrically connected to the thin film transistor at a portion where the final protective film is removed and extending to a pixel region, and

wherein the final protective film is not interposed between the pixel electrode and the transparent substrate in a pixel region corresponding to at least one color of the plurality of colors.

[Claim 24] A liquid crystal display apparatus comprising:

a TFT substrate having a thin film transistor;

a CF substrate having a plurality of color filter having a plurality colors;

a liquid crystal inserted between the TFT and CF substrates,

wherein the TFT substrate comprises:

a transparent substrate;

the thin film transistor formed on the transparent substrate;

a final insulating protective film for coating at least the thin film transistor;

and

a pixel electrode electrically connected to the thin film transistor at a portion where the final protective film is removed and extending to a pixel region, and

wherein a thickness of the final protective film interposed between the pixel electrode and the transparent substrate is smaller than that of the final protective film on the thin film transistor.

[Claim 25] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a plurality of gate bus lines on a substrate;

forming a first insulating film on an entire upper surface of the substrate to

coat the gate bus lines;

forming a plurality of data bus lines on the first insulating film and thin film transistors on respective pixel regions;

forming a second insulating film on the entire upper surface of the substrate to coat the thin film transistor;

selectively etching the second insulating film on the thin film transistor to expose an electrode of the thin film transistor and etching the second insulating film on the pixel region;

forming a conductive film on the entire upper surface of the substrate and patterning the conductive film, thereby forming pixel electrodes on the respective pixel regions.

[Claim 26] A liquid crystal display apparatus constructed by attaching a first substrate having a black matrix formed by stacking a plurality of color filters having different colors to a second substrate with a sealing member and injecting a liquid crystal between the first and second substrates through a liquid crystal injection inlet, the liquid crystal display apparatus comprising:

a pillar formed by stacking a plurality of the color filters at the liquid crystal injection inlet of the first substrate; and

a gap sustaining spacer formed on the pillar and having a distal end portion being in contact with the second substrate.

[Claim 27] The liquid crystal display apparatus according to Claim 26, further comprising a domain control protrusion formed on the color filters of pixel portions and made of the same material as the gap sustaining spacer.

[Claim 28] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:



forming a color filter having at least one color of red, green, and blue color filters on an pixel portion of a first substrate, forming a black matrix by stacking two of the color filters on a light shielding region outside an inter-pixel region and a display region, and forming a pillar by stacking at least two of the red, green, and blue color filters at a portion to be a liquid crystal injection inlet;

forming a domain control protrusion on the color filter of the pixel portion and forming a first gap sustaining space by stacking the color filters on the pillar;

attaching the first and second substrates by contacting a distal end portion of the first gap sustaining spacer to the second substrate;

injecting a liquid crystal between the first and second substrates through the liquid crystal injection inlet; and

molding the liquid crystal injection inlet.

[Claim 29] A method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, comprising steps of:

forming a color filter having at least one color of red, green, and blue color filters on an pixel portion of a substrate, forming a black matrix by stacking two of the color filters on a light shielding region outside an inter-pixel region and a display region, and forming a pillar by stacking at least two of the red, green, and blue color filters at a portion to be a liquid crystal injection inlet; and

forming a domain control protrusion on the color filter of the pixel portion and forming a first gap sustaining space by stacking the color filters on the pillar.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a liquid crystal display apparatus having a

high display quality and a method of manufacturing the same.

[0002]

[Description of the Related Art]

In an active matrix liquid crystal display apparatus, switching devices for blocking a signal in an off state during a non-selected mode is formed on each pixel to prevent cross talk, so that the active matrix liquid crystal display apparatus has a good display characteristic in comparison to a simple matrix liquid crystal display apparatus. In particular, in a liquid crystal display apparatus using thin film transistors (TFT) as a switching device, since the driving capability of the TFTs is high, the liquid crystal display apparatus has a good display characteristic almost similar to that of the CRT (cathode ray tube).

[0003]

In general, a liquid crystal display apparatus has a structure where a liquid crystal is inserted between two transparent substrates. On one surface of one of the two facing transparent substrates, a common electrode, color filters, and an alignment film are formed, and on one surface of the other of the two facing transparent substrates, TFTs, pixel electrodes, and an alignment film are formed. In addition, on the opposite surfaces of the facing surfaces of the transparent substrates, respective polarizing plates are attached. In a TN (twisted nematic) liquid crystal display apparatus, in a case where the polarization axes of the two polarizing plates are disposed perpendicular to each other, when an electric field is not applied, light is passed, and when the electric field is applied, the light is shielded, so that a normal white mode is obtained. On the other hand, in a case where the polarization axes of the polarizing plates are disposed parallel to each other, a normal black mode is obtained. Now, the substrate on which TFTs and

pixel electrodes are formed is referred to as a TFT substrate, and the substrate on which the common electrode and the color filters are formed is referred to as a CF substrate.

[0004]

Recently, a high quality liquid crystal display apparatus is greatly required, and particularly, improvement of viewing characteristics and display quality are greatly required. In order to satisfy these requirements, a vertical aligned (VA) liquid crystal display apparatus, particularly, a multi-domain vertical aligned (MVA) liquid crystal display apparatus have been considered to be a good liquid crystal display apparatus. FIG. 73 is a cross sectional view showing an example of a conventional MVA liquid crystal display apparatus.

[0005]

The liquid crystal display apparatus comprises a TFT substrate 510, a CF substrate 520, and a vertically aligned liquid crystal inserted between the substrates 510 and 520. In addition, under the TFT substrate 510 and on the CF substrate 520, polarizing plates (not shown) are disposed, wherein the polarization axes are perpendicular to each other. The TFT substrate 510 is constructed as follows. On a transparent glass substrate 511, a plurality of pixel electrodes 516 in matrix, TFTs connected to the pixel electrodes 516, data bus lines for supplying image data to the pixel electrode through the TFTs, and gate bus lines are formed. The pixel electrodes 516 are made of a transparent conductive material such as ITO (indium tin oxide).

[0006]

In addtoin, on the pixel electrodes 516, a domain control protrusion 517 is formed. In addition, on surfaces of the pixel electrodes 516 and the protrusion

571, an alignment film (not shown) made of polyimide or the like are coated. On the other hand, the CF substrate 520 is constructed as follows. On a lower surface of a glass substrate 521, a black matrix made of Cr or the like are formed to shield the inter-pixel regions. In addition, on a lower surface of the glass substrate 521, one of the red (R), green (G), and blue (B) color filters 523 are formed for each pixel. Under the color filters 523, a common electrode 524 made of a transparent conductive material such as ITO is formed. Under the common electrode 524, a domain control protrusion 525 is formed. In addition, on surfaces of the common electrode 524 and the protrusions 525, an alignment film (not shown) made of polyimide or the like is coated.

[0007]

In the liquid crystal display apparatus, when a voltage is not applied, the liquid crystal molecules are aligned in the direction perpendicular to the alignment film. In this case, the light incident on the lower side of the TFT substrate 510 through the polarizing plate is shield by the polarizing plate disposed on the CF substrate 520, so that a black display is obtained. On the other hand, when a sufficient voltage is applied between the pixel electrode 516 and the common electrode 524, as shown in FIG. 74, the liquid crystal molecules 529a are aligned in the direction perpendicular to the electric field. In this case, the tilt angles of the liquid crystal molecules 529 in the both sides are different from each other, so that the so-called alignment portion (multi-domain) is obtained. In this state, the light incident on the lower side of the TFT 510 through the polarizing plate is passed, so that a bright display is obtained. By controlling the applying voltage for each pixel, a desired image can be displayed in the liquid crystal display apparatus. In addition, since light leakage in the slanting direction of the alignment portion are

suppressed, so that the viewing characteristic is improved.

[0008]

In addition, in the above example, although the protrusions are provided on both of the TFT substrate 510 and the CF substrate 520, as shown in FIG. 75. However, the slits 561a may be formed on electrodes (pixel electrodes of the TFT substrate in FIG. 75) of one substrate, so that the same effect can be obtained. In general, in the conventional liquid crystal display apparatus, in order to maintain the interval (cell gap) between the pixel electrode and the common electrode in a constant value, square or bar shaped spacer (having a uniform diameter) are used. The spacer is made of a resin, a ceramic, or the like. When the spacers are in contact with the TFT substrate 510 and the CF substrate 520, the spacers are dispersed on one substrate. Therefore, the cell gap between the pixel electrode and the common electrode is defined by a diameter of the spacers.

[0009]

In addition, in Japanese Patent Application Nos. 10-68955 and 11-264968, a pillar shaped member formed by using photoresist is used as a spacer in order to prevent defects such as non-uniformity of cell gap caused by the square or bar shaped spacers.

[0010]

[Problems to be Solved by the Invention]

In the conventional liquid crystal display apparatus, there is a need to improve a display quality. An object of the present invention is to a liquid crystal display apparatus, a method of manufacturing the same, a color filter substrate, and a method of manufacturing the same capable of obtaining a good display quality of a liquid crystal display apparatus in comparison to a conventional liquid

crystal display apparatus.

[0011]

[Means for Solving the Problems]

In a liquid crystal display apparatus according to Claim 1, there is provided a vertically aligned liquid crystal display apparatus where a vertically aligned liquid crystal is inserted into a pair of substrates, comprising: a cell gap adjustment spacer formed on at least one of the two substrates to maintain the cell gap in a constant value; and a domain control protrusion formed on the substrate where the spacer is formed and made of the same material as that of the spacer, wherein a height of the domain control protrusion is larger than that of the spacer.

[0012]

In the present invention, a cell gap adjustment spacer for maintaining the cell gap in a constant value, the height of the domain control protrusion is larger than that of the spacer, and the spacer and the protrusion are made of the same material by using the same process. For example, in Claim 2 and 3, a photoresist film is formed on a substrate, an exposure process is preformed on the spacer formation region and the protrusion formation region with different light amounts, and a developing process is performed. In this case, since the exposure amounts for the spacer formation region and the protrusion formation region are different from each other, the spacer and the protrusion having different thicknesses can be simultaneously formed.

[0013]

As disclosed in Claims 5 and 6, the width of the spacer formation pattern is formed to be smaller than the width of the protrusion formation pattern, and after the exposure process, the resist (resin) is reflowed by performing a post-baking

process, the spacer and the protrusion having a smaller height than that of the spacer can be simultaneously formed. In a liquid crystal display apparatus according to Claim 8, the liquid crystal display apparatus having a black matrix is formed by stacking at least two color filters on a substrate, and the edges of at least two of red, green, and blue pixels is defined by an edge of an upper color filter.

[0014]

In general, a color filter of a liquid crystal display apparatus is formed by using a photoresist made of a pigment dispersive resin. In this case, in an exposure process for patterning the color filter, the edge position of the color filter may be changed due to the reflected light from the grooves in the stage of the exposure apparatus. In case of a general liquid crystal display apparatus where the black matrix is made of a metal film or a black resin, the edge of the pixel is defined by the edge of the black matrix. However, in case of a liquid crystal display apparatus where the black matrix is constructed by stacking two or more color filters, the edge position of the pixel is changed due to change in the edge position of the color filter due to the reflected light from the stage of the exposure apparatus, so that display defect may occur.

[0015]

In this case, as described above, by defining the edges of any two or more pixels of the red, green, and blue pixels by the edge of the upper layered (second or third layered) color filters on the substrate, the affect of the reflected light from the stage of the exposure apparatus can be reduced. In a case where the black matrix is constructed by stacking two or more color filters, the edge of the pixel is defined by the first layer color filter (in general, a blue color filter). However, the

first layered color filter is easily affected by the reflected light from the stage of the exposure apparatus, so that the change of the edge position can easily occur.

[0016]

However, if the edge of the pixel is defined by the second or third layered color filter, the reflected light from the stage is absorbed by the first layered color filter, so that the change of the edge position cannot easily occur. In some production situation where an edge of a single color filter is defined by the first layered color filter, a combination of color filter having a smaller OD value (optical density) of the black matrix in vicinity of the corresponding pixel (that is, a stack of red and green color filters or a stack of green and blue color filters) is preferable. In addition, the OD value is defined as,  $OD \text{ value} = -\log (\text{emitting intensity} / \text{incident intensity})$ .

[0017]

In addition, it is preferable that the substrate is made of an acryl resin plate having a high UV absorbing capability or a film formed by coating the acryl resin plate having a high UV absorbing capability on a glass substrate. By doing so, the display blots caused by the reflected light from the stage of the exposure apparatus can be further reduced. In addition, a material for easily absorbing the UV light (for example, HALS (Hindered Amine Light Stabilizer)) may be added to the first or second layered color filter,

[0018]

In a liquid crystal display apparatus according to Claim 12, the first spacer and the second spacer having a lower height than the first spacer are formed, and in a normal state, the cell gap is defined by the first spacer. When a low pressure is exerted on the liquid crystal display apparatus, the pressure is exerted on only



the first spacer, so that the first spacer is elastically deformed. Since the first spacer is elastically deformed depending on thermal expansion or contraction of the liquid crystal due to temperature, the cell gap changes, so that foams generated in the liquid crystal display apparatus or the separation of the spacers from the substrate can be prevented.

[0019]

In a case where an excessive pressure is exerted, the second spacer as well as the first spacer is in contact with another substrate, the pressure can be distributed over a wide region. By doing so, defects such as a plastic deformation of the spacers or a short-circuit between the pixel electrode and common electrode due to the excessive pressure can be avoided. The first and second spacers are preferably formed with materials having different pressing displacements. For example, the first spacer is formed with a material having a large pressing displacement (a high elasticity), and the second spacer is formed with a material having a small pressing displacement (a low elasticity), so that the effect can further improve.

[0020]

In addition, although the cell gap adjusting spacer has a structure constructed by stacking a plurality of films having different pressing displacements, the same effect can be obtained. The first spacers and the second spacers may be formed by using a photoresist film, for example. In this case, the first spacers may be constructed with a thick photoresist film, and the second spacer is constructed with a thin photoresist film, so that the spacers having different heights can be formed.

[0021]

In addition, in a vertically aligned liquid crystal display apparatus, although a domain control protrusion may be formed on a substrate, the spacer having different heights can be formed by using a photoresist film used to form the protrusion. Namely, in a case where the protrusion is formed by using the first photoresist film, the first photoresist film is remained in a region for forming the spacer (first spacer). After that, on the entire upper surface of the substrate, the second photoresist film is formed, the second photoresist film is remained in the first spacer formation portion and a portion for forming a small height spacer (second spacer formation portion), and the second photoresist film in the other portions are removed. By doing so, two types of spacers having different heights are formed with a height difference corresponding to the thickness of the first photoresist film.

[0022]

In addition, when color filters is formed, the color filter is formed in a portion for forming a large height spacer, and the color filter is not formed in a portion for forming a small height spacer, so that a step difference is prepared therebetween. After that, on the entire surface of the substrate, a resist film is formed, a spacer formation portion is remained, and resist films in the other portions are removed. By doing so, two types of spacers having different heights are formed with a height difference corresponding to the thickness of the color filter.

[0023]

In a liquid crystal display apparatus according to Claim 21, if a spacer distribution density is  $n$  (numbers/cm<sup>2</sup>); if a displacement amount generated by exerting a force of  $9.8/n$  (N) on one spacer is  $x$ ; if an average interval between the substrates is  $d$ ; if a liquid crystal density at a temperature of 60 °C is  $q_{60}$  (g/cm<sup>3</sup>);

and if a liquid crystal density at a temperature of  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  is  $q_{-20}$  ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), the following equation is satisfied:

[0024]

$$x/d > (1/q_{60} - 1/q_{-20})/(1/q_{60})$$

The liquid crystal inserted in the liquid crystal display apparatus is expanded or contracted depending on a temperature. If the cell gap adjusting spacer has no elasticity, when the liquid crystal is expanded, the distal end portion of the spacer is separated from the substrate, so that deviation of the cell gap occurs. Therefore, display blots occur. In addition, when the liquid crystal is contracted, foams are generated due to the decrease in the pressure of the liquid crystal, so that the display quality may greatly deteriorate. Therefore, the spacer must have such an elasticity that the spacer can cope with the expansion or contraction of the liquid crystal due to the change in the temperature.

[0025]

The inventors found out from various experiments that, by selecting a material and density of a spacer to satisfy the aforementioned equation (1), the display defects caused by the expansion or contraction of the liquid crystal can be prevented. When the temperature is low, a viscosity of the liquid crystal is too high, or a phase transition is generated, so that the liquid crystal density cannot be defined. At a temperature of  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , in a case where the liquid crystal density  $q_{20}$  can be defined, the material and density of the liquid crystal may be selected to satisfy the following equation (2):

[0026]

$$x/d > 2 * (1/q_{60} - 1/q_{20})/(1/q_{60})$$

A liquid crystal display apparatus according to Claim 23 comprises: a TFT

substrate having a thin film transistor; a CF substrate having a plurality of color filter having a plurality colors; a liquid crystal inserted between the TFT and CF substrates, wherein the TFT substrate comprises: a transparent substrate; the thin film transistor formed on the transparent substrate; a final insulating protective film for coating at least the thin film transistor; and a pixel electrode electrically connected to the thin film transistor at a portion where the final protective film is removed and extending to a pixel region, and wherein the final protective film is not interposed between the pixel electrode and the transparent substrate in a pixel region corresponding to at least one color of the plurality of colors.

[0027]

In the present invention, a final protective film is not interposed between the pixel electrode and the transparent substrate. By doing so, an interval (cell gap) between the pixel electrode and the common electrode can increase by the thickness of the final protective film. Therefore, although the height of the spacer is low, a predetermined cell gap can be maintained. In addition, for example, in only one of a plurality of color pixel regions, the final protective film may not interposed between the pixel electrode and the transparent substrate, and in the other regions, the final protective film may be interposed between the pixel electrode and the transparent substrate. By doing so, the so-called multi cell gap where different cell gaps are provided to respective colors can be implemented.

[0028]

A liquid crystal display apparatus according to Claim 24, a thickness of the final protective film interposed between the pixel electrode and the transparent substrate is smaller than that of the final protective film on the thin film transistor. In this case, the same effect can be obtained. In addition, by adjusting the

thickness of the final protective films, the cell gaps can be optimized for respective colors. By doing so, the display quality can improve.

[0029]

In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, after a first insulating film, a thin film transistor, and a second insulating film are formed on a substrate, a contact hole is formed on the second insulating film, and at the same time, the second insulating film, or the second insulating film and the first insulating film on the pixel region are etched. By the etching process, the thicknesses of the insulating films (first insulating film and the second insulating film) on the pixel region are thin, and the insulating film is removed, so that the cell gap can increase. In addition, by controlling the etching amount of the second insulating film or the second insulating film and the first insulating film for respective pixel colors, the cell gap can be optimized for respective colors.

[0030]

In this case, the second insulating film is formed in a thick one by using a resin or the like, the second insulating film remaining on the thin film transistor is used as a space r(cell gap adjusting spacer), so that the production process can be simplified. In a liquid crystal display apparatus according to Claim 26, which constructed by attaching a first substrate having a black matrix formed by stacking a plurality of color filters having different colors to a second substrate with a sealing member and injecting a liquid crystal between the first and second substrates through a liquid crystal injection inlet, the liquid crystal display apparatus comprises: a pillar formed by stacking a plurality of the color filters at the liquid crystal injection inlet of the first substrate; and a gap sustaining spacer formed on the pillar and having a distal end portion being in contact with the

second substrate.

[0031]

In a liquid crystal display apparatus where the black matrix is constructed by stacking two or more color filters, the thickness of the black matrix is thickened, so that the interval (gap) between substrate is narrowed. For the reason, the liquid crystal injection time must increase. In addition, in a case where the cell gap adjusting spacer is formed by using a photoresist, if the gap sustaining spacer is not provided to outside of the display region, the interval between the substrates is not uniform. Therefore, the deviation of the liquid crystal injection time increases, so that there occur defects such as foams generated due to insufficient injection or cell gap increase due to excessive injection.

[002=32]

Therefore, in the present invention, in a portion to be the liquid crystal injection inlet, a spacer for maintaining the interval in a constant value is formed. By means of the spacer, the interval of the liquid crystal injection inlet can be maintained in a constant value, so that the deviation in the liquid crystal injection time can be avoided. As a result, the defects such as the foam generation the cell gap increase can be prevented. In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 29, the method comprises steps of: forming a color filter having at least one color of red, green, and blue color filters on an pixel portion of a first substrate, forming a black matrix by stacking two of the color filters on a light shielding region outside an inter-pixel region and a display region, and forming a pillar by stacking at least two of the red, green, and blue color filters at a portion to be a liquid crystal injection inlet; forming a domain control

protrusion on the color filter of the pixel portion and forming a first gap sustaining space by stacking the color filters on the pillar; attaching the first and second substrates by contacting a distal end portion of the first gap sustaining spacer to the second substrate;

injecting a liquid crystal between the first and second substrates through the liquid crystal injection inlet; and molding the liquid crystal injection inlet.

[0033]

Like this, in a proton to be the liquid crystal injection inlet, a pillar is formed by stacking at least two of the red, green, and blue color filters, and the a gap sustaining spacer is formed thereon at the same time of forming a domain control protrusion in the display region, so that the interval of the liquid crystal injection inlet can be maintained at a constant value. In addition, increase in the number of production processes can be avoided.

[0034]

It is preferable that the height (height from the surface of the substrate) of the first gap sustaining space of the liquid crystal injection inlet is larger than the height (height from the surface of the substrate) of the cell gap adjusting spacer in the display region. By doing so, the gap of liquid crystal injection inlet portion increase, so that the liquid crystal injection time can be shortened. Although the liquid crystal injection inlet is generally molded by using a UV cured resin, the UV cured resin has a characteristic that it is contracted during the curing process. Therefore, if the height of the first gap sustaining spacer of the liquid crystal injection inlet is set to be larger than that of the cell gap adjusting spacer in the display region, the gap between the first and second substrate of the liquid crystal injection inlet portion is narrowed during the curing process, the cell gap can be

maintained at a constant value over the entire liquid crystal panel.

[0035]

[Embodiments]

Now, embodiments of the present invention will be described with reference to the accompanying drawings.

(First Embodiment)

FIG. 1 is a cross sectional view of a liquid crystal display apparatus according to a first embodiment of the present invention. FIG. 2 is an enlarged view of a spacer formation portion in the liquid crystal display apparatus. FIG. 3 is a plan view of a TFT substrate of the liquid crystal display apparatus. FIG. 4 is a plan view of a CF substrate of the liquid crystal display apparatus. In addition, FIGS. 1 and 2 show cross sections taken align a line indicated by an arrow A of FIG. 4.

[0036]

The liquid crystal display apparatus has a structure where a vertically aligned liquid crystal (a negative type liquid crystal) 29 is inserted between a TFT substrate 10 and a CF substrate 20. Polarizing plates (not shown) are disposed on a lower portion of the TFT substrate 10 and an upper portion of the CF substrate 20. Polarization axes of the polarizing plates are perpendicular to each other. The TFT substrate 10 comprises a substrate 11 (hereinafter, referred to as a glass substrate) made of a transparent material such as glass and plastic, pixel electrodes 16a formed on an upper surface of the glass substrate 11, insulating films 13 and 15, and an alignment film 17. As shown in FIG. 3, on the lower portion of the glass substrate 11, a plurality of gate bus lines 12a are disposed parallel to each other. Between the gate bus lines 12a, auxiliary capacitance bus



lines 12b are formed. The gate bus lines 12a and the auxiliary capacitance bus lines 12b are coated with the insulating film 13 (a gate insulating film) formed on the upper surface of the glass substrate 11 (see FIG. 2). Over the insulating film 13, a silicon film 18a is selectively formed to be an activation layer of TFTs 18. The silicon film 18a is made of an amorphous silicon or a polysilicon.

[0037]

The silicon film 18a is covered with an insulating film (not shown). A plurality of data bus lines 14a, source electrodes 18b and drain electrodes 18c of the TFTs 18 are formed on the silicon film 18a. The data bus lines 14a and the drain electrodes 18c are disposed perpendicular to each other. In addition, rectangular regions partitioned by the gate bus lines 12a and the data bus lines 14a are regions to be pixels.

[0038]

The data bus lines 14a, the source electrodes 18b, and the drain electrodes 18c are covered with an insulating film 15 (a final protective film). On the insulating film 15, each of pixel electrodes 16a made of ITO are formed corresponding to each pixel. The pixel electrodes 16a are electrically connected to the source electrodes 18b through contact holes formed on the insulating film 15.

[0037]

As shown in FIG. 3, in the pixel electrodes 16a, slits 16a are formed along zigzag-shaped dash-dot lines. On the entire upper surface of the glass substrate 11, a vertical alignment film 17 is formed. The surface of the pixel electrodes 16a are covered with the vertical alignment film 17. On the other hand, the CF substrate 20 comprises a glass substrate 21, a black matrix 22 formed on a lower

surface of the glass substrate 21, color filters 23R, 23G, and 23B, a common electrode 24, protrusions 25b, and a vertical alignment film 26. As shown in FIG. 2, on the lower surface of the glass substrate 21, the black matrix 22 made of Cr thin film is formed. The black matrix 22, as shown in FIG. 24, are formed to cover the gate bus lines 12a, the data bus lines 14a, the auxiliary capacitance bus lines 12b, and the TFTs 18 of the TFT substrate 10.

[0040]

On the lower surface of the glass substrate 21, the red (R), green (G), and blue (B) color filters 23R, 23G, and 23B are formed. The color filters 23R, 23G, and 23B are disposed at position facing the pixel electrodes 16a of the TFT substrate 10. One pixel electrode 16a corresponds to one of the color filters 23R, 23G, and 23B.

[0041]

Under the black matrix 22 and the color filters 23R, 23G, and 23B, the common electrode 24 made of ITO are formed. In addition, under the common electrode 24, cell gap adjusting spacers 25a and domain control protrusions 25b are formed. The domain control protrusions 25b, as shown in FIG. 4, are formed in a zigzag shape, and the cell gap adjusting spacers 25a are disposed in a vicinity of intersections of the gate bus lines 12a and the data bus lines 14a. Heights (a height from a surface of the common electrode 24) of the cell gap adjusting spacers 25a are about 4.0  $\mu\text{m}$  and made of an insulating resin. In addition, heights (a height from the surface of the of the domain control protrusions 25b) of the domain control protrusions 25b are about 1.5  $\mu\text{m}$ . As described later, the domain control protrusions 25b and the cell gap adjusting spacers 25a are formed at the same time with the same material. In addition, as

shown in FIG. 4, the dash-dot line indicates positions of the slits 16b formed at the pixel electrode 16a of the TFT substrate 10. Under the common electrode 24, the vertical alignment film 26 is formed, and surfaces of the cell gap adjusting spacers 25a and the domain control protrusions 25b are covered with the vertical alignment film 26.

[0042]

In the embodiment, the domain control protrusions 25b of the CF substrate 20 are formed with a height of about 1.5  $\mu\text{m}$ , and the cell gap adjusting spacers 25a are formed with a height of about 4.0  $\mu\text{m}$ . As shown in FIG. 1, the distal end portions of the cell gap adjusting spacers 25a are in contact with the TFT substrate 10 to sustain the cell gap uniformly. For the reason, in the embodiment, square or bar shaped spacers required conventionally are not needed. Therefore, a process for dispersing spacers can be reduced. In addition, the interval between the pixel electrode 16a of the TFT substrate 10 and the common electrode 24 of the CF substrate 20 can be maintained in a constant value due to the cell gap adjusting spacers 25a formed at predetermined positions, so that it is possible to completely preventing short-circuit of the pixel electrodes 16a and the common electrode 24. In addition, in a conventional liquid crystal display apparatus using the square or bar shaped spacers, since the liquid crystal molecules in vicinity of the spacers are aligned along the surface of the spacer, the alignment is in a disorder, so that display defect occurs. However, in the embodiment, since the square or cylindrical spacers are not used, it is possible to obtain a good display quality.

[0043]

In addition, in the embodiment, since the alignment portion are obtained by

the slit 16b formed at the pixel electrodes 16a of the TFT substrate 10 the protrusions 25b formed at the CF substrate 20, it is possible to obtain a good viewing characteristic and a contrast characteristic. In addition, in the embodiment, the cell gap can be maintained in a constant value by the spacers 25a formed at the CF substrate 20. The spacers 25a are fixed on the common electrode 24, so that the cell gap is not changed due to vibration or impact. Therefore, it is possible to prevent deterioration in the display quality caused by spacer movement.

[0044]

Now, a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to the first embodiment will be described. FIGS. 5 to 9 shows views of a series of processes of the method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the embodiment. Firstly, as shown in FIG. 5(a), a low reflectance Cr film is formed on one surface (an upper surface in the figure) of a transparent substrate 21; and a novolak positive type photoresist are coated thereon. Next, the photoresist are selectively exposed by using a predetermined mask, and a developing process is performed, thereby remaining a Cr film on only a predetermined region. By doing so, a black matrix 22 made of the Cr film is formed.

[0045]

Next, a photosensitive pigment dispersive type red resist is coated on the entire upper surface of the substrate 21, and an exposure process and a developing process are performed, thereby forming a red color filter 23R having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  on a red pixel portion as shown in FIG. 5(b). Next, a photosensitive pigment dispersive type green resist is coated on the entire upper

surface of the substrate 21, and an exposure process and a developing process are performed, thereby forming a green color filter 23G having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  on a green pixel portion as shown in FIG. 5(b).

[0046]

Next, a photosensitive pigment dispersive type blue resist is coated on the entire upper surface of the substrate 21, and an exposure process and a developing process are performed, thereby forming a blue color filter 23B having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  on a green pixel portion as shown in FIG. 5(c). Next, as shown in FIG. 6(b), on the entire upper surface of the substrate 21, an ITO film having a thickness of about 0.15  $\mu\text{m}$  are formed, thereby forming a common electrode 24.

[0047]

Next, as shown in FIG. 6(c), by using a spin coating method, a positive type photosensitive novolak resist 25 having a thickness of about 4.0  $\mu\text{m}$  is coated on the common electrode 24, and then, a pre-baking process is performed. Next, as shown in a schematic view of FIG. 7(a), by using a large-sized mask for shielding a spacer formation portion and a protrusion formation portion, the resist 25 is subject to a proximity exposure process. Here, the required exposure amount corresponds to such an amount that the exposed portion of the resist 25 cannot be remained after the developing process. In addition, as shown in FIG. 7(a), the hatched portion of the resist 25 denotes the exposed portion. In addition, in FIG. 7(a), the black matrix and the color filters 23R, 23G, and 23B are not shown.

[0048]

Next, as shown in a schematic view of FIG. 7(b), by using a large-sized mask for shielding the spacer formation portion, the resist 25 is subject to a

proximity exposure process. Here, the required exposure amount corresponds to such an amount that the exposed portion (the protrusion formation portion) of the resist 25 can be remained in a thickness of 1.5  $\mu\text{m}$  after the developing process. Next, by using TMAH (tetra methyl ammonium hydroxide) alkali developing solution having a concentration of 2.3%, the resist 25 is subject to a shower-developing process. By doing so, as shown in FIG. 8(a), the spacers 25a and the protrusions 25b having different heights are simultaneously formed from the resist 25. After that, the substrate 21 is inserted in a clean oven, and then, a post-baking is performed at a temperature of 200  $^{\circ}\text{C}$  in 1 hour. By doing so, the resist resin is softened, so that the shapes of the spacers 25a and the protrusions 25b slightly change as shown in FIG. 8(b). A cross section of the CF substrate 20 after the post-baking process is shown in FIG. 9.

[0049]

Next, an alignment film 26 (see FIG. 2) is formed on the entire upper surface of the substrate 21, and surfaces of the common electrode 24, the spacers 25a, and the protrusions 25b are covered with the alignment film 26. By doing so, the CF substrate is completed. On the other hand, the TFT substrate 10 is formed by using a well-known method. On a glass substrate 11, gate bus lines 12a and storage capacitance bus lines 12b are formed, and an insulating film 13 (a gate insulating film) is formed thereon. Next, on the insulating film 13, a silicon film 18a to be an activation layer of the TFTs 18 are formed, and data bus lines 14a, source electrodes 18b and drain electrodes 18c of the TFTs 18 are formed (see FIGS. 2 and 3).

[0050]

Next, on the entire upper surface of the glass substrate 11, an insulating

film 15 (a final protective film) are formed, and pixel electrodes 16a made of ITO are formed thereon. Here, in the pixel electrodes 16a, as shown in FIG. 3, slits 16b are formed in a zigzag shape. Next, on the entire surface of the substrate 11, an alignment film 17 is formed, and the surfaces of the pixel electrodes 16a are covered with the alignment film 17. By doing so, the TFT substrate 10 is completed.

[0015]

As shown in FIGS. 1 and 2, the TFT substrate 10 and the CF substrate 20 are disposed to face the surfaces on which the alignment films 17 and 26 are formed, and a distal end portion of the spacers 25a are disposed to be in contact with inter-pixel regions (intersections of the gate bus lines and the data bus lines). Next, a sealing member is coated on outer portion of a display region of at least one of the TFT substrate 10 and the CF substrate 20, and the TFT substrate 10 and the CF substrate 20 are attached to each other with the sealing member. Next, a liquid crystal is inserted into a space between the TFT substrate 10 and the CF substrate 20, and a liquid crystal injection inlet is molded with a resin. By doing so, the liquid crystal display apparatus is completed.

[0052]

In the embodiment, as shown in FIG. 7, since the photoresist 25 is subject to an exposure process and a developing process to form the spacers 25a, the heights of the spacers 25a are uniform, and the spacers 25a can be formed at predetermined positions. Therefore, in the embodiment, in comparison to a conventional method where square or bar shaped spacers are dispersed, although the domain control protrusions 25b are provided, the cell gap can be maintained in a constant value over the entire display region. For the reason, in

comparison to the conventional method, it is possible to improve a display quality. In addition, in the embodiment, since the common electrode 24 is disposed closer to the substrate 21 than to the spacers 25a, the interval between the common electrode 24 and the pixel electrodes 16a increases, so that a possibility of short-circuit may decrease.

[0053]

In addition, in the embodiment, by performing the exposure process in twice by using the two types of masks 27 and 28, the spacers 25a and the protrusions 25b having different heights are simultaneously formed, so that the number of production processes can be reduced. By doing so, it is possible to manufacture a liquid crystal display apparatus having a good viewing characteristic. In addition, in a case where the spacers 25a and the protrusions 25b are formed by using a positive type resist, it is preferable that a positive resist having a long exposure time (required exposure amount) or a large molecular weight is used in order to reduce film loss with respect to an exposure energy (exposure time) in a resist developing process. In addition, it is also effective to increase a pre-baking temperature or decrease a concentration of a developing solution in order to reduce film loss (a rate of loss in a resist film thickness per a unit time) in the exposure developing process.

[0054]

In addition, in the above example, as the material for forming the spacers 25a and the protrusions 25b, the novolak resist is used, but not limited thereto. As the material for forming the spacers 25a and the protrusions 25b, an acrylic resin resist or an epoxy resin resist may be used. In addition, instead of the positive type resist, a negative type photosensitive resin may be used.



[0055]

In addition, in the above example, although a case where the spacers 25a and the protrusions 25b are formed on the CF substrate 20, the spacers and the protrusions may be formed on the TFT substrate. In this case, slits or protrusions are formed on the common electrode 24 of the CF substrate 20.

(Second Embodiment)

Now, a second embodiment of the present invention will be described. The difference of the second embodiment from the first embodiment is that a method of forming the spacers 25a and the protrusions 25b of the CF substrate 20 is different. The other constructions are basically similar to those of the first embodiment, and thus, description of the same constructions will be omitted.

[0056]

FIGS. 10 to 14 show a method of manufacturing a CF substrate in a liquid crystal display apparatus according to a second embodiment. FIG. 10 shows a positional relation between a light shielding pattern of a mask and a pixel. FIG. 11 shows after-formation spacer and protrusion patterns. FIG. 12(a) is a cross sectional view of a spacer formation portion (taken along line B-B). FIG. 12(b) is a cross sectional view of a protrusion formation portion (taken along line C-C). FIG. 13 is a cross sectional view showing a manufacturing method in the position of the line C-C of FIG. 11. FIG. 14 is cross sectional view showing a manufacturing method in the position of the line B-B of FIG. 11. In FIGS. 11 to 14, the same reference numerals denote the same components as those of the first embodiment.

[0057]

Firstly, as shown in FIGS. 13 and 14, similar to the first embodiment, a

black matrix 22, color filters 23R, 23G, and 23B, and common electrode 24 are formed on a glass substrate 21. Next, by using a spin coating method, a positive type photosensitive novolak resist 25 having a thickness of about 4.0  $\mu\text{m}$  is coated on the common electrode 24, and then, a pre-baking process is performed.

[0058]

Next, as shown in FIG. 10(a), by using a mask 31 on which a protrusion shielding pattern (a zigzag pattern) 31a and a spacer shielding pattern (a rectangular pattern) 31b are formed, the resist 25 is subject to a proximity exposure process. In the mask 31, the three RGB pixels arrayed in a horizontal direction is treated as one unit. In a region corresponding to pixel regions in two units among pixel regions in three units arrayed in the horizontal direction, six protrusion formation shielding patterns 31a having the same shape are formed. And in a region (a region indicated by a dot line in FIG. 10) corresponding to pixel regions in the remaining one unit, the protrusion formation shielding pattern 31a is not formed. In addition, in a ratio of one spacer shielding pattern 31b to every three pixels, the spacer shielding patterns are disposed to a region corresponding to intersection regions of the data bus lines and the gate bus lines.

[0059]

Firstly, as shown in FIGS. 10(a), 13(a), and 14(a), by positioning the mask 31, a first exposure process is formed. Here, the exposure amount is 1/3 of a normal exposure amount with respect to a resist film thickness of 4  $\mu\text{m}$ . In FIGS. 13 and 14, the hatched portions denote exposed portions. In addition, the normal exposure amount means an exposure amount corresponding to a case where an exposed portion is not remained after a developing process.

[0060]

Next, as shown in FIGS. 10(b), 13(b), and 14(b), the mask 31 is shifted by three pixels in a predetermined direction (a direction indicated by an arrow in FIG. 10(b)), and then, a second exposure process is performed with 1/3 of the normal exposure amount. In this case, all the spacer formation portions are shielded by the shielding patterns 31b of the mask 31. In addition, as shown in FIGS. 10(c), 13(c), and 14(c), the mask 31 is shifted by three pixels in a predetermined direction (a direction indicated by an arrow in FIG. 10(c)), and then, a third exposure process is performed with 1/3 of the normal exposure amount. In this case, all the spacer formation portions are also shielded by the shielding patterns 31b of the mask 31. In addition, in all the protrusion formation portions, 1/3 of the normal exposure amount is illuminated.

[0061]

Next, a developing process is performed on the resist 25. Here, the protrusion formation regions are exposed with 1/3 of the normal exposure amount, and the spacer formation regions are not exposed. Therefore, as shown in FIGS. 12(a) and 12(b), there is a difference between after-developing thicknesses (height). By doing so, the spacers 25a and the protrusions 25b having different thicknesses are simultaneously formed on the glass substrate 21. After the developing process, similar to the first embodiment, a post-baking process is performed. After that, an alignment film is formed on the entire upper surface of the glass substrate 21. By doing so, the CF substrate 20 is completed.

[0062]

In the embodiment, the same effect as the first embodiment is obtained. In addition, there is an advantage in that one mask is sufficient to form the spacers 25a and the protrusions 25b. In addition, in the above example, in case of the

thickness of 4.0  $\mu\text{m}$ , the resist having an after-developing film thickness of 1.5  $\mu\text{m}$  corresponding to 1/3 of the normal exposure amount is used. However, for example, in case of a resist having an after-developing film thickness of 1.5  $\mu\text{m}$  corresponding to 1/2 of the normal exposure amount, as shown in FIG. 15, there may be used a mask where the protrusion formation shielding patterns 31a are formed in a regions corresponding pixel regions in one unit among pixel regions in two units and a shielding pattern is not formed in a region corresponding to other pixel regions. In addition, after the first exposure process is performed, the mask may be shifted by three pixels, the second exposure process may be performed, and the developing process may be performed. Like this, in the embodiment, in consideration of the resist characteristics, the mask type and the times of exposure processes may be properly selected.

[0063]

(Third Embodiment)

Now, a third embodiment of the present invention will be described. The difference of the third embodiment from the first embodiment is that a method of forming the spacers 25a and the protrusions 25b of the CF substrate 20 is different. The other constructions are basically similar to those of the first embodiment, and thus, description of the same constructions will be omitted.

[0056]

FIGS. 16 to 18 are schematic views showing a method of manufacturing a CF substrate in a liquid crystal display apparatus according to the third embodiment. FIG. 16 is a schematic cross sectional view of an exposure process. FIG. 17 is a plan view of a protrusion formation pattern. FIG. 18 is a schematic enlarged cross sectional view of protrusion formation region in an exposure

process. In addition, in FIGS. 16 and 18, the black matrix 22, the color filters 23R, 23G, and 23B, and the common electrode 24 formed on the substrate 21 are not shown.

[0065]

Firstly, similar to the first embodiment, a black matrix 22, color filters 23R, 23G, and 23B, and common electrode 24 are formed on a glass substrate 21. Next, by using a spin coating method, a positive type photosensitive novolak resist 25 having a thickness of about 4.0  $\mu\text{m}$  is coated on the common electrode 24, and then, a pre-baking process is performed. Next, as shown in FIG. 16, by using a mask 32 on which shielding patterns having different light transmittance (a light shielding amount) with respect to the spacer formation portions and the protrusion formation portions are formed, the resist 25 is subject to a proximity exposure process. Namely, in the mask 32, a spacer formation patterns for shielding substantially 100% of the light and the protrusion formation patterns for shielding 1/2 ~ 1/10 of the light are formed. For example, both of the spacer formation patterns and the protrusion formation pattern are formed by patterning a Cr film. In the protrusion formation pattern, as shown in FIG. 17, a plurality of small opening portions 32a which is less than a resolution limit are formed. In this case, by adjusting the density of the opening portions and the opening area, it is possible to control the light transmittance.

[0066]

If the resist 25 is exposed by using this mask 23 and a developing process is performed, since the resist 25 is not exposed in the spacer formation portion, the thick resist is remained. On the other hand, in the protrusion formation portion, since the resist is exposed with a smaller exposure amount than the normal

exposure amount, the resist is remained in the substrate 21. However, the thickness of the resist 25 in the protrusion formation patterns is smaller than that in the spacer formation patterns.

[0067]

Like this, by performing the exposure and developing processes at one time, the spacers 25a and the protrusions 25b having different thickness can be simultaneously formed. After that, similar to the first embodiment, a post-baking process is performed. After that, an alignment film is formed on the entire upper surface of the glass substrate 21. By doing so, the CF substrate 20 is completed. In the embodiment, the same effect as the first embodiment is obtained. In addition, there is an advantage in that, since the exposure and developing processes are performed at one time to form the spacers 25a and the protrusions 25b, it is possible to shorten the production time.

[0068]

In addition, in the embodiment, since a pattern having the opening portions 32a are used for the protrusion formation patterns, unevenness is likely to be remained on the surface of the resist (protrusions 25b). However, in the post-baking process performed after the developing process, the resist is softened (reflowed) by heating, the surface can be smoothed. By doing so, it is possible to avoid abnormal alignment of liquid crystal molecules caused by the unevenness of the surface of the protrusions 25b.

[0069]

In addition, in the embodiment, although a pattern having fine opening portions 32a is used as a protrusion formation pattern, as shown in FIG. 19, a protrusion formation pattern 33a made of UV-resistant low-transmittance material

may be formed over or under the mask 33 to adjust the exposure amount for the protrusion formation portions. As a material for the protrusion formation patterns 33a, for example, there may be used a material obtained by mixing a photosensitive acryl resin and a pigment similar to a material for forming a color filter and controlling i-line (wavelength: 365 nm) transmittance as 25%.

[0070]

In this case, the mask 33 is formed as follows. A photosensitive acryl resin containing a pigment is coated on a surface of the mask 33 on which the spacer shielding pattern 33b is formed by etching a Cr film. Next, by using a mask on which a protrusion formation pattern is formed, the photo sensitive acryl resin is exposed to transfer the protrusion formation pattern. After that, by performing exposure, developing, and post-baking processes, the mask 33 having the spacers 25a and the protrusions 25b are formed. By doing so, the mask 33 having the spacer shielding pattern 33b for shielding substantially 100% of the light and the protrusion formation pattern 33a having an i-line transmittance of 25% can be formed.

[0071]

Here, although the transmittance of the protrusion formation pattern 33a is 25%, the transmittance of the protrusion formation pattern 33a may be properly adjusted in accordance with a type of the resist or a height of the protrusions.

(Fourth Embodiment)

Now, a fourth embodiment of the present invention will be described. The difference of the fourth embodiment from the first embodiment is that a method of forming the spacers 25a and the protrusions 25b of the CF substrate 20 is different. The other constructions are basically similar to those of the first

embodiment, and thus, description of the same constructions will be omitted.

[0072]

FIGS. 20 and 21 are views showing a method of manufacturing a CF substrate in a liquid crystal display apparatus according to the fourth embodiment. FIG. 20 is a schematic cross sectional view of an exposure process. FIG. 21 is a schematic enlarged cross sectional view of protrusion formation region. In addition, in FIGS. 20 and 21, the black matrix 22, the color filters 23R, 23G, and 23B, and the common electrode 24 formed on the substrate 21 are not shown.

[0073]

Firstly, similar to the first embodiment, a black matrix 22, color filters 23R, 23G, and 23B, and common electrode 24 are formed on a glass substrate 21. Next, by using a spin coating method, a positive type photosensitive novolak resist 25 having a thickness of about 4.0  $\mu\text{m}$  is coated on the common electrode 24, and then, a pre-baking process is performed. Next, by using a mask 34, a proximity exposure process is performed. In the mask 34, a protrusion formation pattern 34a having a width of 10  $\mu\text{m}$  and a spacer formation pattern having a width of 20 ~ 35  $\mu\text{m}$  are formed.

[0074]

In the embodiment, in order to increase a refraction degree of a refracted light, the proximity gap is adjusted at a value of 150  $\mu\text{m}$ , and the exposure amount is adjusted as .1.5 times of the normal exposure amount. By doing so, in the protrusion formation pattern 34a having a small line width, since the shielding portion is also slightly exposed by the refracted light, the after-developing thickness is smaller than that of non-exposed portion. On the contrary, in the spacer shielding pattern 34b, since the size thereof is larger than that of the



protrusion formation pattern 34a, the influence of the refracted light is lowered. Therefore, in an edge portion of the protrusion formation pattern 34a, although the after-developing thickness is smaller than that of the non-exposed portion, the thickness of a central portion is equal to that of the non-exposed portion. As a result, it is possible to simultaneously form the protrusion having a large height and the spacer having a small height.

[0075]

After that, similar to the first embodiment, a post-baking process is performed. After that, an alignment film is formed on the entire upper surface of the glass substrate 21. By doing so, the CF substrate 20 is completed. In the embodiment, the same effect as the first embodiment is obtained. In addition, there is an advantage in that, since the exposure and developing processes are performed at one time to form the spacers and the protrusions, it is possible to shorten the production time.

[0076]

In addition, the height and width of the protrusion is changed depending on the thickness of the resist 25, the width of the protrusion formation pattern 34, the parallel degree of the light emitting from the proximity exposure apparatus, the proximity gap (an interval between the mask and the resist film), and the exposure amount.

[0077]

(Fifth Embodiment)

Now, a fifth embodiment of the present invention will be described. The difference of the fifth embodiment from the first embodiment is that a method of forming the spacers 25a and the protrusions 25b of the CF substrate 20 is

different. The other constructions are basically similar to those of the first embodiment, and thus, description of the same constructions will be omitted.

[0078]

FIG. 22 is a cross sectional view of a liquid crystal display apparatus according to the fifth embodiment. In the embodiment, three layers of the color filters 23R, 23G, and 23B are stacked on the spacer formation portion, and a cell gap adjusting spacer 41a is formed thereon (a lower portion of FIG. 22). In addition, in the embodiment, a black matrix is formed by stacking the blue color filter 23B and the red color filter 23R. In addition, by forming the black matrix by stacking the color filters 23B and 23R, a Cr film formation process and an etching process are unnecessary, so that it is possible to reduce production time. In addition, in the spacer formation portion, since the three layers of the color filters 23R, 23G, and 23B are stacked, although the height of the spacer 41 is low, it is possible to sustain a predetermined cell gap.

[0079]

In addition, the spacer may be constructed with the stack of the color filters 23R, 23G, and 23B and a domain control protrusion passing thereon. However, since the area of the spacer formation portion is small, and since the novolak resin or the acryl resin generally used as a color filter has a good evenness, even though the thicknesses of the color filters 23R, 23G, and 23B are 1.5  $\mu\text{m}$  and the height of the protrusion is 1.5  $\mu\text{m}$ , the cell gap is less than 4.0  $\mu\text{m}$ .

[0080]

Generally, when the color filter is stacked on the spacer formation portion, until the resin is dried, leveling occur at upper second and third layers of resin portions, the thickness of the second layered color filter is about 70 % of the

thickness of the first layered color filter, and the thickness of the third layered color filter is about 50 % of the thickness of the first layered color filter. If there is no spacer 41a, the cell gap is defined by the stack thickness of the color filters, it is necessary to increase the thickness of each color filter in the stacked portion of the color filters. In order to increase the thicknesses of the second and third layered color filters, there is for example a method of reducing the leveling by speedily drying using a vacuum drying process or a method of increasing the coating film thickness of the resin. However, in these methods, coating blots or drying blots occur, so that production yield is lowered.

[0081]

FIG. 23 is a view showing a relation between the thickness (depicted in the horizontal axis) of the color filter in the pixel region and the height (depicted in the vertical axis) of the spacer (the overlapped color filters). The mark ▲ denotes a case where the height of the color filter and the height of the protrusion are equal to each other and the mark □ denotes a case where the height of the protrusion is 2.0  $\mu\text{m}$ . As shown in the figure, in order to sustain the cell gap at a value of 4  $\mu\text{m}$ , both of the thickness of the color filters in the pixel region and the height of the protrusion need to be 3  $\mu\text{m}$ . However, if the height of the protrusion is less than 30% of the cell gap or more than 50 % of the cell gap, the transmittance is lowered or the contrast deteriorates. For the reason, it is preferable that the height of the protrusion is in a range of 1.2 ~ 2.0  $\mu\text{m}$ . In this case, there is a need to further increase the thickness of the color filters.

[0082]

In general, if the thickness of the pigment dispersive resist used as a material for the color filter is more than 3  $\mu\text{m}$ , it is difficult to obtain a fine pattern.

In addition, the drying speed after the coating process decreases, there is a problem in that productively deteriorates. Therefore, it is not practicable that the thickness of the color filter is more than 3  $\mu\text{m}$ . As a material for the color filter, a material having a poor evenness such as polyimide may be considered. However, since the polyimide is photo-insensitive, an etching process is needed for the patterning, so that the number of processes increases, and thus, production cost increases. In addition, even if the color filter is formed in a large thickness, the common electrode of the spacer portion and the pixel electrode of the TFT substrate is too close to each other, the short-circuit defect may easily occur.

[0083]

In the embodiment, as described above, the spacer 41a is formed on the stacked portion of the color filters 23R, 23G, and 23B, and the cell gap can be adjusted by using the spacer 41a. Therefore, although the thickness of the color filters 23R, 23G, and 23B is formed to be less than 3  $\mu\text{m}$ , it is possible to obtain a sufficient cell gap. Now, a method of manufacturing the CF substrate 40 according to the embodiment will be described with reference to FIGS. 24 and 25.

[0084]

Firstly, as shown in FIG. 24(a), a photosensitive pigment dispersive type blue resist is coated on a glass substrate 21, and an exposure process and a developing process are performed, thereby forming a blue color filter 23B having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  on a blue pixel region, a black matrix formation region, a spacer formation region (a region corresponding to each of intersection portions between gate bus lines and data bus lines in the TFT substrate), and each of the marks (positioning marks or the like).

[0085]

Next, as shown in FIG. 24(b), a photosensitive pigment dispersive type red resist is coated on a glass substrate 21, and an exposure process and a developing process are performed, thereby forming a red color filter 23R having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  on a red pixel region, a black matrix formation region, and a spacer formation region. Next, as shown in FIG. 24(c), a photosensitive pigment dispersive type green resist is coated on a glass substrate 21, and an exposure process and a developing process are performed, thereby forming a green color filter 23G having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  on a green pixel region, a black matrix formation region, and a spacer formation region.

[0086]

Next, as shown in FIG. 24(d), on the entire upper surface of the glass substrate 21, by forming ITO in a thickness of about 0.15  $\mu\text{m}$ , a common electrode 26 is formed. In the embodiment, in the black matrix formation regions, two color filters are overlapped, and in the spacer formation region, three color filters are overlapped. In this case, although the thickness of the color filter is 1.5  $\mu\text{m}$  in the pixel portion (a region corresponding to a first layered color filter), the thicknesses of the second and third layered color filters are smaller than the thickness thereof. At this time, the height (the height from the surface of the color filter in the pixel portion) of the stack of the three layered color filters in the spacer formation portion is about 1.8  $\mu\text{m}$ , and the height (the height from the surface of the color filter in the pixel portion) of the stack of the two layered color filters in the black matrix formation portion is about 1.1  $\mu\text{m}$ .

[0087]

Next, by using a spin coating method, a positive type photosensitive novolak resist having a thickness of 2.5  $\mu\text{m}$  is coated on the entire upper surface

of the glass substrate 21. After that, by using a reticule corresponding to a spacer formation pattern having a width of 30  $\mu\text{m}$  and a protrusion formation pattern having a width of 6  $\mu\text{m}$ , the resist is stepper-exposed with a predetermined exposure amount, and then, a developing process is performed. By doing so, as shown in FIG. 25, the cell gap adjusting spacer 41a and the domain control protrusion 41b are formed. The thickness of the after-developing resist is about 2.0  $\mu\text{m}$  in the spacer formation region and about 2.3  $\mu\text{m}$  in the protrusion formation region.

[0088]

Next, by using an oven, a post-baking process is performed at a temperature of 220  $^{\circ}\text{C}$  in 1 hour. In the spacer formation portion, the after-baking film thickness is about 2.0  $\mu\text{m}$ ; the line width is about 30  $\mu\text{m}$ . On the other hand, in the protrusion formation region, the resist is reflowed due to heat during the post-baking process, so that the thickness is about 1.5  $\mu\text{m}$  and the line width is 10  $\mu\text{m}$ . Therefore, desired profiles can be obtained. In the embodiment, the same effect as the first embodiment is obtained. In addition, there is an advantage in that, since the black matrix is formed by stacking the red and blue color filters, the Cr film formation process and the etching process are unnecessary in comparison to the first embodiment. As a result, it is possible to reduce production cost.

[0089]

In addition, in the above example, the spacer 41a and the protrusion 41b are formed by using the stepper exposure process. However, if a desired resolution can be obtained, the exposure can be performed by using a proximity exposure process or a mirror projection process. In addition, in the above example, the three layered color filters are overlapped in the spacer formation

portion, but not limited thereto. A single layered color filter or two layered color filters may be used in the spacer formation portion.

[0090]

(Sixth Embodiment)

Now, a sixth embodiment of the present invention will be described. The difference of the sixth embodiment from the first embodiment is that a method of forming the spacers and the protrusions of the CF substrate 20 is different. The other constructions are basically similar to those of the first embodiment, and thus, description of the same constructions will be omitted.

[0091]

FIG. 26 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to the sixth embodiment. Firstly, as shown in FIG. 26(a), on a glass substrate 21, a Cr film is formed, and the Cr film is patterned to form a black matrix 22. After that, on the glass substrate 21, color filters 23R, 23G, and 23B are substantially formed. Here, in the black matrix 22 of the spacer formation portion, the color filters 23R, 23G, and 23B are formed to be overlapped.

[0092]

After that, on the entire upper surface of the substrate 21, a common electrode 24 made of ITO is formed. Next, on the common electrode 24, by using a spin coating method or the like, a positive type novolak resist 42 is coated. Next, by using a reticle corresponding to a spacer formation pattern having a width of 30  $\mu\text{m}$  and a protrusion formation pattern having a width of 6  $\mu\text{m}$ , the resist 42 is exposed, and then, a developing process is performed. As a result, as shown in FIG. 26(a), spacer 42a and protrusions 42b are formed.

[0093]

Next, a post-baking process is performed at a temperature of 220 °C in 1 hour. Since the width of the protrusion 42b is narrow, the resist is reflowed due to heat during the post-baking process, so that the height of the protrusion 42b is smaller than the height of the spacer 42a as shown in FIG. 26(c). By doing so, the spacer 42a and the protrusion 42b having different heights are simultaneously formed. In the embodiment, the same effect as the first embodiment is obtained.

[0094]

In addition, in the embodiment, although the black matrix 22 is made of the Cr film, the black matrix 22 may be made of a black resin. In addition, in the above example, the three layered color filters 23R, 23G, and 23B are overlapped in the spacer formation portion, but not limited thereto. A single layered color filter or two layered color filters may be used in the spacer formation portion. However, if the step difference in the spacer formation region increases, the distance between the common electrode and the pixel electrode of the TFT substrate is shortened, so that short-circuit defect can easily occur. Therefore, it is preferable that the step difference of the spacer formation region is not too large.

[0095]

(Seventh Embodiment)

Now, a seventh embodiment of the present invention will be described. Conventionally, a black matrix has been made of a metal film such as Cr or a black resin. The OD value required for the black matrix is more than 2.5 in a normally white liquid crystal display apparatus and more than 2.0 in a normally black liquid crystal display apparatus. However, the OD value required for the black matrix changes depending on types of liquid crystal, the cell gap, structures



of the TFT substrate, and the like.

[0096]

On the other hand, as a method of forming a color filter, there are a dye method, a pigment dispersion method, an electro-deposition method, and a printing method. The dye method has a problem in that the number of processes increases. The electro-deposition method has a problem in that the management of the electro-deposition solution is difficult and the film formation state is not uniform. In the printing method, since the film thickness distribution or the pattern accuracy is not sufficient, the printing method is not practically used. Therefore, the pigment dispersion method is mainly used as a method forming the color filter.

[0097]

In the pigment dispersion method, by using a photoresist in which the pigment is dispersed, the resist is patterned with a photolithography technique. Therefore, conventionally, in order to form the CF substrate, a total of four photolithography processes are needed for one black matrix, and three RGB color filters. Therefore, production yield is lowered, and equipment and production costs increase.

[0098]

For these reason, an approach for reducing the Cr or black resin film formation process and the patterning process by forming the black matrix by overlapping at least two color filters of the three RGB color filters. However, in this case, when the photoresist is patterned, due to a reflected light generated from grooves of the stages of the exposure apparatus, the position of edge of the color filter slightly changes, so that display blots may occur.

[0099]

FIG. 27 is a schematic view showing an exposure process performed on the photoresist to be color filters. As shown in FIG. 27, a photoresist in which a pigment is dispersed is coated on a glass substrate 101, the glass substrate 101 is mounted on a stage 106 of the exposure apparatus, and a UV light is illuminated thereon through a mask on which a predetermined pattern is formed. In the stage 106 of the exposure apparatus, there are provided holes for sucking and fixing the substrate 101 or other groove (hereinafter, simply referred to as a groove). A light emitting from a light source and passing through the substrate 101 is reflected vertically on an even portion of the stage 106. On the other hand, light is reflected slantingly on the grooves 106a. As a result, the exposure amount in vicinity of the groove 106a changes, so that after a developing shape of the grooves 106a may be transferred on the resist pattern. Now, the shape of the grooves 106a transferred on the resist pattern is referred to as a stage trace. In general, with respect to a situation for forming positioning marks and a light shielding capability of the black matrix, the blue or red color filter is initially formed. In general, with respect to the OD value of the color filter, in case of a single color, the OD value of the blue (B) color filter is highest, the OD value of the green (G) color filter is equal to or less than the OD value of the red (R) color filter ( $B > R \geq G$ ). In addition, among cases of stacked color filters, the OD value of three stacked red, green, and blue color filters is highest, the OD value of two stacked red and blue color filters is next highest, and the OD value of two stacked red and green color filters is the next highest. The OD value of the two stacked blue and green color filters is equal to or less than the OD value of the two stacked red and green color filters ( $RGB > RB > RG \geq BG$ ). The following Table 1 shows the OD value and transmittance of general two or more stacked transparent color filters.

[0100]

[Table 1]

Stacked layer	OD Value	Transmittance
R+G	1.3	5.0 %
G+B	1.1	7.9 %
B+R	2.1	0.8 %
R+G+B	2.5	0.3 %

[0101]

FIG. 28 is a view showing a general example of a black matrix constructed by stacking the color filters. By doing so, the blue color filter 102B is formed on the glass substrate 101, the red color filter 102R is formed, and then, the green color filter 102G is formed. In this case, an edge of the blue pixel portion is defined by the edge of the red color filter 102R, an edge of the red pixel portion is defined by the edge of the blue color filter 102B, and an edge of the green pixel portion is defined by the edge of the blue color filter 102B.

[0102]

In a case where the blue color filter 102B is initially formed on the substrate 101, as described above, the blue color filter 102B is affected by the grooves 106a of the stage 106 of the exposure apparatus. In the liquid crystal display apparatus shown in FIG. 28, since the edges of the red pixel portion and the green pixel portion are defined by the edge of the blue color filter 102B, the traces of the red pixel portion and the green pixel portion occur. In this case, since the OD value of the stack of the blue color filter 102B and the red color filter 102R is higher than the OD value of the stack of the blue color filter 102B and the green color filter 102G, the trace of the stage more greatly occurs in the red pixel portion.

In the blue pixel portion, since the edge thereof is defined by the second layered red color filter 102R, the trace of the stage cannot affect. In addition, although the trace of the stage is not almost seen in the individual pixels, the traces can be seen on the entire liquid crystal panel.

[0103]

Conventionally, although the trace of the stage is intended to be removed by using a surface treatment for the stage 106 or by controlling the positions of the grooves, since the holes for sucking the substrate is necessary, it is impossible to completely remove the grooves 106a from the stage 106. Therefore, in the embodiment, there is provided a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus where the trace of the stage cannot easily occur.

[0104]

FIG. 29 is a cross sectional view showing a method of manufacturing a CF substrate of liquid crystal display apparatus according to the seventh embodiment. FIG. 30 is a plan view showing the method of manufacturing the CF substrate. In FIG. 30, dash lines denote a region (hereinafter, referred to as a red pixel portion) to be the red pixel portion, a region (hereinafter, referred to as a green pixel portion) to be the green pixel portion, and a region (hereinafter, referred to as a blue pixel portion) to be the blue pixel portion,

[0105]

Firstly, as shown in FIGS. 29(a) and 30(a), on the glass substrate 101, a photoresist containing a blue pigment having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  is coated, and an exposure process and a developing process are performed to form the blue color filter 102B on the blue pixel portion B, surrounding portion thereof, the red pixel portion R, surrounding portion thereof, the green pixel

portion G, surrounding portion thereof, and a mark formation portion (not shown). As shown in FIG. 30(a), the blue color filter 102B is not formed in a predetermined range from the circumferential portion of the green pixel portion G.

[0106]

Next, as shown in FIGS. 29(b) and 30(b), on the glass substrate 101, a photoresist containing a red pigment having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  is coated, and an exposure process and a developing process are performed to form the red color filter 102R on the red pixel portion R, surrounding portion thereof, the blue pixel portion B, surrounding portion thereof, and the green pixel portion G. As shown in FIG. 29(b), in the surrounding portion of the green pixel portion G, the red color filter 102R is formed at an inner side of the blue color filter 102B.

[0107]

Next, as shown in FIGS. 29(c) and 30(c), on the glass substrate 101, a photoresist containing a green pigment having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  is coated, and an exposure process and a developing process are performed to form the green color filter 102G on the green pixel portion G and surrounding portion thereof. As shown in FIG. 29(c), in the surrounding portion of the green pixel portion G, the three layered color filters 102B, 102G, and 102B are stacked, and in the surrounding portion of the blue pixel portion B and the red pixel portion R, the two layered color filters are stacked.

[0108]

Next, as shown in FIG. 29(d), on the entire upper surface of the glass substrate 101, by forming ITO in a thickness of about 0.15  $\mu\text{m}$ , a common electrode 103 is formed. If necessary, similar to the first embodiment, the spacer and the protrusion are formed on the CF substrate, and after that, an alignment

film (not shown) is formed on the entire upper surface of the substrate 101. By doing so, the CF substrate is completed.

[0109]

Next, the CF substrate and the TFT substrate are attached, and a liquid crystal is inserted between the substrates. By doing so, the liquid crystal display apparatus is completed. In the embodiment, as shown in FIG. 31, although the edge of the red pixel portion R is defined by the first layered blue color filter 102B, all the edges of the blue pixel portion B and the green pixel portion G are defined by the second layered red color filter 102R. Since the light is attenuated through the first layered blue color filter 102B, although there are the grooves in the stage of the exposure apparatus, the edge of the blue pixel portion B is not almost affected by the reflected light from the groove during the patterning of the red color filter 102R. In addition, although the edge of the green pixel portion G is affected by the grooves of the stage of the exposure apparatus, since the OD value of the stack of the red color filter 102R and the green color filter 102G is small, and since the color thereof is different from the color of the blue color filter 102B defining the edge of the red pixel portion R, the stage traces cannot easily be seen.

[0110]

According to the embodiment, since the black matrix is formed by stacking the color filters, it is possible to further reduce production time and production cost in comparison to a case where the black matrix is made of a Cr film or a black resin. In addition, according to the embodiment, during the patterning of the color filters for defining the edges of the pixels, it is not almost affected by the reflected light from the stage of the exposure apparatus, so that it is possible to

manufacture a good display liquid crystal display apparatus with the stage trace reduced, even in a case where there are the groove in the stage of the exposure apparatus.

[0111]

In addition, in the embodiment, although the blue color filter 102B, the red color filter 102R, and the green color filter 102G are sequentially formed in this order, the color filters may be formed in the other orders by defining the edge of two or more of the three color pixel portions with the edge of the second layered color filter.

[0112]

In addition, in the embodiment, the invention according to Claim 8 is described with reference to a vertical liquid crystal display apparatus, but not limited thereto. The present invention may be applied to any other liquid crystal display apparatus where the black matrix is constructed by stacking two or more color filters.

[0113]

In addition, in the embodiment, a glass substrate is used as the substrate 101. In addition to this, an organic plate such as acryl material having a high UV absorbance (UV is a sensitive wavelength) is used as the substrate 101, so that the light passing through the substrate 101 is attenuated. Therefore, the affect of the grooves can be further reduced. In addition, as shown in FIG. 32, if a UV absorbing film 101a made of a UV absorbing material such as acryl is formed on the substrate 101, the same effect can be obtained.

[0114]

(Eighth Embodiment)

FIG. 33 is a cross sectional view showing a method of manufacturing a CF substrate of liquid crystal display apparatus according to the eighth embodiment. FIG. 34 is a plan view showing the method of manufacturing the CF substrate. In FIG. 34, dash lines denote a red pixel portion, a blue pixel portion, and a blue pixel portion. Firstly, as shown in FIGS. 33(a) and 34(a), on the glass substrate 101, a photoresist containing a green pigment having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  is coated, and an exposure process and a developing process are performed to form the green color filter 102G on the green pixel portion G, surrounding portion thereof, surrounding portion of the red pixel portion R, and surrounding portion of the blue pixel portion B. As shown in FIG. 34(a), the green color filter 102G is not formed in a predetermined range from the circumferential portion of the red pixel portion R.

[0115]

Next, as shown in FIGS. 33(b) and 34(b), on the glass substrate 101, a photoresist containing a red pigment having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  is coated, and an exposure process and a developing process are performed to form the red color filter 102R on the red pixel portion R, surrounding portion thereof, surrounding portion of the blue pixel portion B, and the green pixel portion G. As shown in FIG. 34(b), the red color filter 102R is not formed in a predetermined range from the circumferential portion of the blue pixel portion B.

[0116]

Next, as shown in FIGS. 33(c) and 34(c), on the glass substrate 101, a photoresist containing a blue pigment having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  is coated, and an exposure process and a developing process are performed to form the blue color filter 102B on the blue pixel portion B, surrounding portion



thereof, surrounding portion of the green pixel portion G, and the red pixel portion R. As shown in FIG. 34(c), the blue color filter 102B is not formed in a predetermined range from the circumferential portion of the green pixel portion G.

[0117]

Next, similar to the seventh embodiment, on the entire upper surface of the glass substrate 101, a common electrode 103 made of ITO is formed. If necessary, the spacer and the protrusion are formed, and after that, an alignment film is formed on the entire upper surface of the substrate 101. By doing so, the CF substrate is completed. Next, the TFT substrate which is formed separately is attached to the CF substrate, and the liquid crystal is inserted between both substrates. By doing so, the liquid crystal display apparatus is completed.

[0118]

In the embodiment, as shown in FIG. 35, the edge of the green pixel portion G is defined by the edge of the second layered red color filter 102R, the edge of the red pixel portion R is defined by the edge of the second layered blue color filter 102B, and the edge of the blue pixel portion B is defined by the edge of the first layered green color filter 102G. Like this, since the edge of the pixel portions in the green pixel portion G and the red pixel portion R are defined by the edges of the second layered color filters, the edges of the pixel portions is very slightly affected by the reflected light from the stage of the exposure apparatus, so that the stage trace due to the reflected light from the stage of the exposure apparatus can be avoided. In addition, although the edges of the blue pixel portions is defined by the first layered green color filter 102G, as described in the seventh embodiment, since the OD value of the stack of the green color filter 102G and the blue color filter 102B is small, the stage traces cannot easily seen.

[0119]

In addition, a material for absorbing the UV light (for example, HALS (Hindered Amine Light Stabilizer)) may be added to a material for the green or red color filter, so that the affect of the reflected light from the stage can be further reduced. In addition, as described in the seventh embodiment, the substrata 101 may be made of an acryl resin plate or a film formed by coating the acryl resin plate on a glass substrate.

[0120]

In addition, in the embodiment, although the green color filter, the red color filter, and the blue color filter are sequentially formed in this order, the order of the color filters may be changed as the order of the red color filter and the blue color filter. In addition, in a liquid crystal display apparatus such as a normally black liquid crystal display apparatus where a low OD value required for the black matrix is allowable, the edge of the pixel portion may be located at a position indicated by (i) in FIG. 35. In addition, in a liquid crystal display apparatus such as a normally white liquid crystal display apparatus where a relatively high OD value required for the black matrix is allowable, the edge of the pixel portion may be located at a position indicated by (ii) in FIG. 35. By doing so, the embodiment can be applied to various liquid crystal panels.

[0121]

In addition, as shown in FIG. 6, the blue color filter 102B may extend up to the edge of the green pixel portion.

(Ninth Embodiment)

Now, a ninth embodiment of the present invention will be described. A volume of a liquid crystal inserted in the liquid crystal display apparatus is

changed by thermal expansion or contraction due to change in a temperature. For example, in an environment test, firstly the liquid crystal display apparatus is in an environment of a room temperature to  $-20^{\circ}\text{C}$ , and then, the temperature of the environment is changed up to  $60^{\circ}\text{C}$ . According to the test, the volume of the liquid crystal is changed as  $\pm 0.1\text{ }\mu\text{m}$  which corresponds to the cell gap.

[0122]

In a case where an elastic force of the spacer cannot follow the thermal contraction of the liquid crystal, the pressure of the liquid crystal decreases. In a severe case, foams may be generated within the liquid crystal display apparatus (liquid crystal panel). In addition, since the pressure of the cell just after the liquid crystal is injected is generally lower than the atmospheric pressure, the spacer is pressed. However, when the liquid crystal is thermally expanded, if the elastic force of the spacer cannot follow the change in the cell gap, the interval is generated between the spacer and the substrate. Therefore, an elastic force needs to be changed in accordance with the pressure of the space.

[0123]

On the other hand, in a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus, a pressure of about 5 atm is exerted on the entire liquid crystal panel within an autoclave. In addition, a user may push the screen with a finger to exert a high pressure partially on the liquid crystal display apparatus (so-called surface pushing). Like this, a high pressure is exerted on the liquid crystal display apparatus, the spacer may be too deformed to return to the original state. In addition, if a high pressure is exerted on the liquid crystal display apparatus, there may be short-circuit between the pixel electrode of the TFT substrate and the common electrode of the CF substrate. Therefore, there is a need to prevent an

excessive deformation of the spacer.

[0124]

Therefore, the embodiment is to provide a good display quality liquid crystal display apparatus capable of avoiding change in pressure of the liquid crystal depending on change in a temperature and preventing excessive deformation of the spacer even though a high pressure is exerted. FIG. 37 is a plan view of a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to the ninth embodiment. FIG. 38 is a cross sectional view taken along positions of the black matrix 222. In addition, in FIG. 37, the mark □ indicates a spacer 225a having a large height, and the mark O indicates a spacer 225b having a small height.

[0125]

The liquid crystal display apparatus according of the embodiment comprises a TFT substrate 210, a CF substrate 220, and a liquid crystal inserted between the substrates 210 and 220. The TFT substrate 210 is constructed as follows. Similar to the first embodiment, on a glass substrate 211, gate bus lines (not shown), data bus lines (not shown), and TFTs (not shown) are formed. On theses components, an insulating film (not shown) is interposed, and pixel electrodes 216 made of ITO are formed. In addition, on an upper surface of the glass substrate 211, an alignment film 217 is formed, and surfaces of the pixel electrodes 216 are covered with the alignment film 217.

[0126]

The CF substrate 220 is constructed as follows. On the lower surface of the glass substrate 221, a black matrix 222 is formed, and RGB color filters 223R, 223G, and 223B are formed corresponding to opening portions of the black matrix 222, that is, pixels regions. Under the color filters 223R, 223G, and 223B, a

common electrode 224 made of ITO are formed. Under the common electrode 224, spacers 225a and 225b made of a resin are formed. The spacers 225a and 225b are disposed to positions corresponding to intersection positions of the gate bus lines and the data bus lines of the TFT substrate 210. In addition, in the embodiment, as shown in FIGS. 37 and 38, the spacers 225a having a large height and the spacers 225b having a small height are alternately disposed. In addition, on the lower surface of the substrate 221, an alignment film 226 is formed, and surfaces of the common electrode 224 and the spacers 225a and 225b are covered with the alignment film 226.

[0127]

In the liquid crystal display apparatus, as shown in FIG. 38, a distal end portion of the spacers 225a are in contact with the TFT substrate 210 at a room temperature, and a distal end portion of the spacers 225b are separated from the TFT substrate 210. In the embodiment, the height (a height from the surface of the common electrode 224) of the spacers 225a is 4  $\mu\text{m}$ , and the height (a height from the surface of the common electrode 224) of the spacers 225b is 3.8  $\mu\text{m}$ .

[0128]

Now, deformation of the spacers due to change in temperature and applied pressure will be described. In a case where the pressure of the cell is less than 1 atm, a pressing weight is exerted on the spacers 225a. If the pressing weight is low, the weight is exerted on only the spacers 225a, but not exerted on the spacers 225b. Therefore, only the spacers 225a are elastically deformed to cope with the change in pressure. In this case, the deformation amount of the spacers 225a with respect to the pressure can be adjusted by properly selecting a distribution density, cross section area, and material of the spacers 225a.

[0129]

In a case where a high pressure is partially exerted on the liquid crystal display apparatus or in a case where a large pressure is entirely exerted on the liquid crystal display apparatus within an autoclave, the cell gap is shortened; the spacers 225b as well as the spacers 225a are in contact with the TFT substrate 210. By doing so, the pressure is distributed to the spacers 225a and 225b, so that excessive deformation of the spacers 225a and 225b can be prevented.

[0130]

FIG. 39 is a view showing a change in a cell gap with respect to the pressing weight, wherein the horizontal axis denotes the pressing weight (air pressure) and the vertical axis denotes the cell gap. FIG. 39 shows some examples: an example where one spacer (having a constant height of 4  $\mu\text{m}$ ) per 3 pixels are disposed (density =  $1/3$ ); an example where one spacer (having a constant height of 4  $\mu\text{m}$ ) per 24 pixels are disposed (density =  $1/24$ ); and an example where one spacer (having a constant height of 4  $\mu\text{m}$ ) per 24 pixels and one spacer (having a constant height of 3.8  $\mu\text{m}$ ) per 3 pixels are disposed (density =  $1/24 + 1/3$ ). As shown in FIG. 39, in the example of density =  $1/24 + 1/3$ , the spacers can smoothly follow the change in the cell gap in a pressing weight range of less than 1 atm similar to the example of density =  $1/24$ . In addition, in a high pressing weight range of more than 1 atm, similar to the example of density =  $1/3$ , the change rate of the cell gap to the change in the pressure is lowered.

[0131]

Now, a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to the embodiment will be described. FIGS. 40 and 41 are cross sectional views showing a method of manufacturing a CF substrate of the liquid

crystal display apparatus according to the embodiment. Firstly, as shown in FIG. 40(a), on the entire upper surface of the glass substrate 211, a Cr film having a thickness of 0.15  $\mu\text{m}$  is formed, and by patterning the Cr film with a photolithography method, the black matrix 222 is formed.

[0132]

As shown in FIG. 40(b), by using a spin coating method, a blue pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form a blue (B) color filter 223B on a blue pixel portion and a black matrix 222 around the pixel portion. Next, as shown in FIG. 40(c), by using a spin coating method, a red pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form a red (R) color filter 223R on a red pixel portion and a black matrix 222 around the pixel portion.

[0133]

Next, as shown in FIG. 40(d), by using a spin coating method, a green pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form a green (G) color filter 223G on a green pixel portion and a black matrix 222 around the pixel portion. Next, as shown in FIG. 41(a), by using a sputter method, a common electrode 224 having a thickness of 0.15  $\mu\text{m}$  is formed on the entire upper surface of the glass substrate 221, and the surfaces of the color filters 223R, 223G, and 223B are covered with the common electrode 224.

[0134]

Next, as shown in FIG. 41(b), by using a spin coating method, an acrylic negative type photoresist is coated on the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form spacers 225 having a height of about 4  $\mu\text{m}$ . In FIG. 41(b), one spacer 225a is formed per 3 pixels. However, as described above, one spacer may be formed per 24 pixels. The spacers 225a are formed at positions corresponding to intersection portions of the gate bus lines and the data bus lines of the TFT substrate.

[0135]

Next, as shown in FIG. 41(c), by using a spin coating method, an acrylic negative type photoresist is coated on the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form spacers 225 having a height of about 3.8  $\mu\text{m}$ . In FIG. 41(c), two spacers 225b are formed per 3 pixels. However, as described above, one spacer may be formed per 3 pixels. The spacers 225b are formed at positions corresponding to intersection portions of the gate bus lines and the data bus lines of the TFT substrate. In addition, the spacers 225b are formed at positions where the spacers 225a are not formed. In this case, the spacers 225a and the spacers 225b may be formed with the same material. Alternatively, the spacers 225a may be formed with a resin having a relatively low pressing strength (that is, a high elasticity), and the spacers 225b may be formed with a resin having a relative high pressing strength. In addition, the distribution density of the spacers 225a and the distribution density of the spacers 225b are properly selected according to the required specifications.

[0136]

After that, on the entire surface thereof, an alignment film made of



polyimide is formed, and the surfaces of the common electrode 224 and the spacers 225a and 225b are covered with the alignment film. By doing so, the CF substrate is completed. On the other hand, the TFT may be formed with the similar method according to the first embodiment, for example (see FIGS. 1 to 3). A metal film is formed on the glass substrate 221, and the metal film is patterned by using a photolithography method to form the gate bus lines and storage capacitance bus lines. After that, on the entire surface thereof, an insulating film is formed, and a silicon film to be an activation layer of the TFTs is formed thereon.

[0137]

Next, an insulating film is formed on the entire surface thereon. After that, a metal film is formed on the insulating film, and the metal film is patterned by using a photolithography to form data bus lines, source electrodes, and drain electrodes. Next, an insulating film is formed on the entire upper surface of the substrate 221, and an ITO film is formed on the insulating film. Next, the ITO film is patterned to form the pixel electrodes 216. After that, an insulating film 217 is formed on the entire surface thereof. By doing so, the TFT substrate is completed.

[0138]

The CF substrate 220 and the TFT substrate 210 are attached to each other, and a liquid crystal is inserted between the two substrates. By doing so, the liquid crystal display apparatus according to the embodiment is completed. In the embodiment, the material for the spacers 225a and 225b are an acryl resin, but limited thereto. A polyimide resin, a silica resin, an epoxy resin, a novolak resin, or the like may be used. In case of using the photo-insensitive resin such as novolak, after the photo-insensitive resin film is formed on the glass substrate 221, the photo-insensitive resin film is patterned by using a photoresist method.

[0139]

In addition, in the above embodiment, all the spacers 225a and 225b are formed on the CF substrate, but not limited thereto. The spaces 225a and 225b may be formed on the TFT substrate. In addition, one type of the spacers 225a and 225b may be formed on the TFT substrate, and the other type of the spacers 225a and 225b may be formed on the CF substrate. In addition, in the embodiment, the present invention is applied to a TN type liquid crystal display apparatus, but not limited thereto. The present invention may be applied to an STN (super twisted nematic) liquid crystal display apparatus, an MVA (multi vertical alignment) liquid crystal display apparatus, an IPS (in-panel switching) liquid crystal display apparatus, a ferroelectric liquid crystal display apparatus, semi-ferroelectric liquid crystal display apparatus, or the like.

[0140]

Now, optimal distribution density spacers will be described. As shown in FIG. 42, a pressing displacement measurement is performed on a spacer on which the three color filter 223R, 223G, and 223B, the common electrode 224 made of ITO, and the novolack resin film 228 are stacked. The measurement result is shown in FIG. 43. Here, the area of the upper portion of the spacer is  $500\ \mu\text{m}^2$ , and the black matrix is formed by stacking the three color filters 223R, 223G, and 223B.

[0141]

In this structure, a displacement amount is calculated with respect to the pressing weight of a liquid crystal panel which has a small displacement hysteresis at the highest weight of 50 mN. The result is shown in a curve of FIG. 44. In a case where the internal pressure of the cell of the liquid crystal panel is obtained as

0.7 atm by controlling the liquid crystal injection amount, in a normal state, a weight of 0.3 atm is exerted on the spacers. If the external temperature changes from 25 °C to - 25 °C or from 25 °C to 60 °C, the change in volume of the liquid crystal is reduced as the cell gap of about 0.1 μm. In an initial displacement corresponding to a low weight, there is a need for a displacement of  $\pm 0.1 \mu\text{m}$  at the center of the displacement at the pressing weight of 0.3 atm. When the weight is low, the spacers may be an easy displacement one. According to FIG. 44, the density of the spacers is limited to a density of less than 1/6 (1 spacer per 6 pixels) as an upper limit.

[0142]

On the other hand, in order to obtain a resistance to the high weight surface pressing, the displacement hysteresis of the resin is about 10% of the largest displacement. Therefore, in a large weight region, there is a need to suppress the displacement. The real surface pressing pressure is about 2 atm. In order to avoid blots, it is preferable that the pressing weight is in a range of 0.3 to 2 atm, and the displacement amount is less than 0.5 μm. By doing so the lower limit of the spacer density is limited, and as shown in FIG. 41, it is more than 1/2 (one spacer per 12 pixels).

[0143]

On the other hand, in an autoclave, in order to remove foams by reducing the volume of the cell by 5%, the spacers must be compressed down to about 0.2 μm. In the autoclave, a weight of about 5 atm is exerted on the liquid crystal panel. However, since the liquid crystal is hermetically sealed or since a sealing member is on the circumferential portion of the display portion, a real weight exerted on the spacer is about 1/2. Therefore, in order to reduce the displace

amount down to 0.5  $\mu\text{m}$  or less, there is a need to reduce the spacer density down to 1/6 (one spacer per 6 pixels) or less.

[0144]

As a result, there is a need for the spacers which can be easily displaced in a low weight region but not easily displaced in a height weight region. In the embodiment, since the spacers have different heights, the requirement can be satisfied. In a case where a first spacer has a height of 4.0  $\mu\text{m}$  and a density of 1/2 and a second spacer has a height of 3.7  $\mu\text{m}$  and a density of 1/6, the corresponding displacement is indicated by "Hybrid" in FIG. 44. Like this, according to the spacer structure, the displacement amount is large in a pressing weight range of 0 ~ 1 atm, and the displacement amount is relatively small in a pressing weight range of 1 atm or more. Therefore, it is possible to implement a preferable spacer characteristic.

[0145]

(Tenth Embodiment)

FIG. 45 is a cross sectional view of a liquid crystal display apparatus according to a tenth embodiment of the present invention. The difference of the tenth embodiment from the ninth embodiment is that the spacer structure is different. The other constructions are basically similar to those of the ninth embodiment. And thus, in FIG. 45, the same reference numerals denotes the same components as those of FIG. 38, and description of the same constructions will be omitted,

[0146]

On the lower surface of the glass substrate 221, a black matrix 222 is formed, and RGB color filters 223R, 223G, and 223B are formed corresponding to

opening portions of the black matrix 222, that is, pixels regions. Under the color filters 223R, 223G, and 223B, a common electrode 224 made of ITO are formed. Under the common electrode 224, double layered spacer 225 made of resin films 225c and 225d are formed. The resin films 225c and 225d are constructed with materials having different elastic forces. For example, the resin film 225c is made of an acryl resin having a relatively high pressing strength (a low elastic force), and the resin film 225d is made of an acryl resin having a low pressing strength (a high elastic force). In addition, the spacers 225 are formed to intersection portions of the gate bus lines and the data bus lines of the TFT substrate 210. In FIG. 45, one spacer 225 is formed per one pixel. However, one spacer 225 may be formed per several pixels.

[0147]

In addition, on the lower surface of the substrate 221, an alignment film 226 is formed, and the surfaces of the common electrode 224 and the spacer 225 are covered with the alignment film 226. The distal end portion of the spacer 225 is in contact with the TFT substrate 210, so that the cell gap between the TFT substrate 210 and the CF substrate 220 is sustained in a constant thickness. In the embodiment, the spacer 225 is constructed with a two layered structure of a low elastic resin film 225c and a high elastic resin 225d. Therefore, when the pressing strength is relatively small, the resin film 225d is mainly elastically deformed and follows the change in the cell gap. In addition, when a large pressing strength, the strength is exerted on the resin film 225c as well as the resin film 225d. However, since the resin film 225c has a low elastic force, the deformation amount with respect to the pressing strength is small. By doing so, it is possible to prevent the spacer 225 from being too excessively deformed due to

the excessive strength. In the embodiment, the same effect as the ninth embodiment can be obtained.

[0148]

FIGS. 46 and 47 are cross sectional views showing a method of manufacturing a CF substrate 220 of the liquid crystal display apparatus according to the embodiment. Firstly, as shown in FIG. 46(a), on the entire upper surface of the glass substrate 211, a Cr film having a thickness of 0.15  $\mu\text{m}$  is formed, and by patterning the Cr film with a photolithography method, the black matrix 222 is formed.

[0149]

As shown in FIG. 46(b), by using a spin coating method, a blue pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form a blue (B) color filter 223B on a blue pixel portion and a black matrix 222 around the pixel portion. Next, as shown in FIG. 46(c), by using a spin coating method, a red pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form a red (R) color filter 223R on a red pixel portion and a black matrix 222 around the pixel portion.

[0150]

Next, as shown in FIG. 46(d), by using a spin coating method, a green pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form a green (G) color filter 223G on a green

pixel portion and a black matrix 222 around the pixel portion. Next, as shown in FIG. 47(a), by using a sputter method, a common electrode 224 having a thickness of 0.15  $\mu\text{m}$  is formed on the entire upper surface of the glass substrate 221, and the surfaces of the color filters 223R, 223G, and 223B are covered with the common electrode 224.

[0151]

Next, as shown in FIG. 47(b), by using a spin coating method, an acryl negative type photoresist is coated on the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form resin films 225c having a height of about 2.0  $\mu\text{m}$ . In FIG. 47(b), one resin film 225c is formed per one pixel. However, as described above, one resin film may be formed per several pixels. The resin films 225c are formed at positions corresponding to intersection portions of the gate bus lines and the data bus lines of the TFT substrate.

[0152]

Next, as shown in FIG. 47(c), by using a spin coating method, an acryl negative type photoresist is coated on the glass substrate 221, and an exposure process and a developing process are performed to form resin films 225c having a height of about 2.0  $\mu\text{m}$  on the resin film 225c. By doing so, a spacer 255 constructed with the resin films 225c and the resin films 225d is completed. In this case, the resin films 225d may be formed with a higher elastic material than the resin film 225c. In addition, the elasticity and thickness of the resin films 225c, 225d and the distribution density of the resin films 225 are properly selected according to the required specifications.

[0153]

After that, on the entire upper surface of the glass substrate 221, an

alignment film made of polyimide is formed, and the surfaces of the common electrode 224 and the spacers 225 are covered with the alignment film. By doing so, the CF substrate is completed. In addition, in the above embodiment, all the resin films 225a and 225b are formed on the CF substrate, but not limited thereto. The spaces 225c and 225c may be formed on the TFT substrate. In addition, one type of the resin films 225c and 225c may be formed on the TFT substrate, and the other type of the resin films 225c and 225c may be formed on the CF substrate.

[0154]

(Eleventh Embodiment)

FIG. 48 is a plan view of a liquid crystal display apparatus (MVA liquid crystal display apparatus) according to an eleventh embodiment of the present invention. The liquid crystal display apparatus is constructed with a TFT substrate 230, a CF substrate 240, and a vertically aligned liquid crystal 259 inserted between the two substrates 230 and 240.

[0155]

The TFT substrate 240 is constructed similar to the first embodiment (see FIG. 1). On a glass substrate 241, gate bus lines (not shown), data bus lines (not shown), storage capacitance bus lines (not shown) and TFTs (not shown) are formed. On these components, an insulating film (not shown) is interposed, and pixel electrodes 236 made of ITO are formed. On the pixel electrode 236, similar to the first embodiment, slits (not shown) are formed. In addition, on an upper surface of the glass substrate 231, an alignment film 237 is formed, and surfaces of the pixel electrodes 236 are covered with the alignment film 237.

[0156]



The CF substrate 240 is constructed as follows. On the lower surface of the glass substrate 241, a black matrix 242 is formed. The black matrix 242 are formed in regions corresponding to the gate bus lines, data bus lines, and storage capacitance bus lines of the TFT substrate 230. On the lower surface of the glass substrate 241, RGB color filters 243R, 243G, and 243B are formed corresponding to opening portions of the black matrix 242, that is, pixels regions. In the embodiment, as shown in FIG. 49, under the lower side of the black matrix 242, three layered color filters 243R, 243G, and 243B are formed.

[0157]

In addtoin, under the lower sides of the color filters 243R, 243G, and 243B, a domain control protrusion 246 are formed in zigzag shape as shown in FIG. 48. In addition, resin films 246 are formed in a rate of one film per 3 pixels to intersection portions of the gate and date bus lines. The resin film 246a, as described later. and the protrusion 246a are simultaneously formed with the same material.

[0158]

In addition, resin films 247 are formed to intersection portions of the gate and date bus lines. In FIG. 48, a spacer 251 is constructed with the color filters 243R, 243G, and 243B stacked under the black matrix 242, the resin film 246b, and the resin film 247. In addition, in FIG. 48, a spacer 252 is constructed with the color filters 243R, 243G, and 243B stacked under the black matrix 242 and the resin film 247.

[0159]

On the lower surface of the substrate 241, an alignment film 248 is formed, and surfaces of the common electrode 245, the protrusions 246a, and the spacers

251 and 252 are covered with the alignment film 248. In addition, in the embodiment, a distal end portion of the spacers 251 are in contact with the TFT substrate 230 at a room temperature, and a distal end portion of the spacers 252 are separated from the TFT substrate 230.

[0160]

In the embodiment, the two types of spacers 251 and 252 having different heights copes with the change in the cell gap, so that the same effect as the ninth embodiment can be obtained. FIGS. 50 and 51 are views showing a method of manufacturing a CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the embodiment.

[0161]

Firstly, as shown in FIG. 50(a), on the glass substrate 241, a low reflectance Cr film having a thickness of 0.15  $\mu\text{m}$  are formed, and a positive type photosensitive novolak resist (not shown) having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  is coated thereon. Next, an exposure process and a developing process are performed, and by using the resist as a mask, the Cr film is etched to form the black matrix 242. After that, the resist is removed.

[0162]

As shown in FIG. 50(b), by using a spin coating method, a blue pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 241, and an exposure process and a developing process are performed to form a blue (B) color filter 243B having a thickness of 1.5  $\mu\text{m}$  on a blue pixel portion and a spacer formation portion. Next, as shown in FIG. 50(c), by using a spin coating method, a red pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass

substrate 241, and an exposure process and a developing process are performed to form a red (R) color filter 243R having a thickness of 1.5  $\mu\text{m}$  on a red pixel portion and a spacer formation portion. In the spacer formation portion, the color filter 243 is thinner.

[0163]

Next, as shown in FIG. 50(d), by using a spin coating method, a green pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 241, and an exposure process and a developing process are performed to form a green (R) color filter 243R having a thickness of 1.5  $\mu\text{m}$  on a green pixel portion and a spacer formation portion. In the spacer formation portion, the color filter 243 is thinner.

[0164]

Next, as shown in FIG. 51(a), on the entire upper surface of the glass substrate 241, an ITO is sputtered to form a common electrode 245 having a thickness of 0.15  $\mu\text{m}$ . After that, by using a spin coating method, on the common electrode 245, a positive type photosensitive novolak resist (not shown) having a thickness of about 1.5  $\mu\text{m}$  is coated. Next, an exposure process and a developing process are performed to remain a resist in a predetermined pattern (a pattern of protrusions 246a and a pattern of spacers 251). After that, the resist pattern is post-baked at a temperature of 200  $^{\circ}\text{C}$ . By doing so, as shown in FIG. 51(b), on the upper side of the substrate 241, the protrusions 246a and the resin films 246b are formed. In this case, the thickness of the stack of the color filters 243R, 243G, and 243B is about 1.7  $\mu\text{m}$ , and the height (thickness) of the resin film 246b formed thereon is about 0.4  $\mu\text{m}$  by leveling.

[0165]

After that, by using a spin coating method, on the entire upper surface of the glass substrate 241, a positive type photosensitive novolak resist (not shown) having a thickness of about 3  $\mu\text{m}$  is coated. Next, an exposure process and a developing process are performed to remain a resist in a predetermined pattern (a pattern of spacers 251 and 252). By doing so, as shown in FIG. 51(c), on the upper side of the glass substrate 21, the resin film 247 is formed.

[0166]

After that, on the entire upper surface of the substrate 241, an alignment film 246 is formed. By doing so, the CF substrate is completed. The method of manufacturing the TFT substrate is the same as that of the first embodiment, so description thereon is omitted. According to the aforementioned method, two types of spacers 251 and 252 having a thickness difference of about 0.4  $\mu\text{m}$  can be easily formed.

[0167]

In addition, in the embodiment, the black matrix 242 is a low reflectance Cr film, but limited thereto, and a black resin (about 1.0  $\mu\text{m}$ ) may be used. In the embodiment, the color filters 243R, 243G, and 243B are stacked on all the spacer formation portions, but not limited thereto, and if a predetermined cell gap can be ensured, a single layered filter or two layered filter can be used.

[0168]

In addition, by changing the number of stacked color filters, two different types of spacers may be formed. The method can be applied to a TN liquid crystal display apparatus having no domain control protrusion.

(Twelfth Embodiment)

Now, a twelfth embodiment of the present invention will be described. The

difference of the twelfth embodiment from the ninth embodiment is that a method of forming the CF substrate is different. Description of the same constructions will be omitted.

[0169]

FIGS. 52 and 53 are cross sectional views showing a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the twelfth embodiment of the present invention. In addition, FIG. 54 is a plan view (a schematic view) of a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to the twelfth embodiment of the present invention. In FIG. 54, the mark □ indicates a spacer (having a large height) being in contact with the TFT substrate in a normal state, and the mark O indicates a spacer (having a small height) being in no contact with the TFT substrate in a normal state.

[0170]

Firstly, as shown in FIG. 52(a), on the entire upper surface of the glass substrate 261, a Cr film having a thickness of 0.15  $\mu\text{m}$  is formed, and by patterning the Cr film with a photolithography method, the black matrix 262 is formed. As shown in FIG. 52(b), by using a spin coating method, a blue pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 261, and an exposure process and a developing process are performed to form a blue (B) color filter 263B on a blue pixel portion. Here, at a rate of one color filter per 3 pixels, the color filter 263B is formed on the black matrix 262. In the embodiment, the color filter 263B is formed on the black matrix 262 between the red and blue pixel portions. Next, as shown in FIG. 40(c), by using a spin coating method, a red pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 261,

and an exposure process and a developing process are performed to form a red (R) color filter 263R on a red pixel portion and a black matrix 262 around the pixel portion.

[0171]

Next, as shown in FIG. 52(c), by using a spin coating method, a red pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 261, and an exposure process and a developing process are performed to form a red (R) color filter 263R on a red pixel portion. In this case, the color filter 263R is not remained on the black matrix 262.

[0172]

Next, as shown in FIG. 52(d), by using a spin coating method, a green pigment dispersed acryl resist (a negative type photoresist) is coated on the entire upper surface of the glass substrate 261, and an exposure process and a developing process are performed to form a green (G) color filter 263G on a green pixel portion. In this case, the color filter 263G is not remained on the black matrix 262.

[0173]

Next, as shown in FIG. 53(a), on the entire upper surface of the glass substrate 261, by using a spin coating method, ITO having a thickness of about 0.15  $\mu\text{m}$  is deposited to form common electrode 264. Next, as shown in FIG. 53(b), by using a spin coating method, on the glass substrate 261, for example, 4 $\mu\text{m}$  photoresist film 265 is formed. In this case, on the black matrix 262 between the blue pixel portion and red pixel portion, a color filter 263B is formed. On the other hand, on the black matrix 262 between the red pixel portion and green pixel portion and between the green pixel portion and the blue pixel portion, the color

filter is not formed, so that there occurs a step difference on the surface of the resist film 262.

[0174]

After that, an exposure process and a developing process are performed to pattern resist film 265, and as shown in FIG. 53(c), on the upper side of the black matrix 262, the spacer 265a is formed. In this case, the spacer 265a between the blue pixel portion and the red pixel portion has a different height corresponding to the step difference between the color filter 223R, 223G and black matrix 262 in comparison to the spacers 265a between red pixel portion and the green pixel portion and between the green pixel portion and the blue pixel portion. By doing so, the spacers having different heights can be simultaneously formed with the same material.

[0175]

After that, on the entire upper surface of the substrate 261, an alignment film (not shown) is formed, and the surfaces of the CF substrate 264 and the spacer 265a are covered with the alignment film. According to the embodiment, the same effect as the ninth embodiment can be obtained.

(Thirteenth Embodiment)

Now, a thirteenth embodiment of the present invention will be described. In the embodiment, if a spacer distribution density is  $n$  (number/cm<sup>2</sup>), if a displacement amount is  $x$  when a force of  $9.8/n$  (N) is exerted on one spacer, if an average distance between two substrates is  $d$ , and if the liquid crystal density is  $q_{60}$  (g/cm<sup>3</sup>) at 60 °C and  $q_{-20}$  (g/cm<sup>3</sup>) at -20 °C, the spacer is formed so that the following inequality (1) for the displacement amount is stratified.

[0176]

$$x/d > (1/q_{60} - 1/q_{-20})/(1/q_{60}) \quad (1)$$

In addition, in a case where at  $-20^{\circ}\text{C}$ , the liquid crystal density cannot be determined, and at  $20^{\circ}\text{C}$ , the liquid crystal density can be determined, the spacer may be formed so that the following inequality (2) is satisfied.

$$x/d > 2 * (1/q_{60} - 1/q_{20})/(1/q_{60}) \quad (2)$$

Now, the reasons will be described.

[0177]

In a conventional method of dispersing a square or bar shaped spacers, the liquid crystal molecule alignment is disturbed in a pixel region. However, in the first embodiment where the pillar shaped spacers are formed between the TFT and CF substrates, since alignment disturbance cannot occur in the pixel region, a high quality image can be obtained. If the pillar shaped spacer has elasticity, in a high temperature environment, the liquid crystal display apparatus is thermally expanded, and the distance between the spacer and the substrate is two separated from each other. Hereinafter, the effect is referred to as an excessively high temperature effect. On the contrary, in a low temperature environment, the liquid crystal display apparatus is thermally contracted. Hereinafter, the effect is referred to as a low temperature foaming effect.

[0178]

In order to prevent the high temperature excessiveness and the low temperature foaming, the pillar shape spacer must have elasticity to follow the thermal expansion and contraction of the liquid crystal. In a case where the spacer is formed with a photoresist resin, the spacer itself has the elasticity. FIG. 55 is a view showing a weight displacement characteristic of a spacer, wherein the horizontal axis denotes pressing displacement amount and the vertical axis



denotes pressing weight, and wherein the relation between the displacement and weight per one spacer. As shown in FIG. the spacers made of photoresist resin change depending on the weight, but by adjusting the distribution density, the weight and displacement amount per one spacer can be adjusted.

[0179]

The inventors search the high temperature excessiveness and the low temperature foaming by changing the spacer distribution density in the XGA (1024X768) 15 liquid crystal display apparatus. FIG. 56 shows the result. In addition, the average value  $d$  of the cell gap is 4  $\mu\text{m}$ . In addition, the density 141 number/ $\text{cm}^2$  corresponds to a case where the spacers are formed at a rate of one spacer per 24 pixels. The density 283 number/ $\text{cm}^2$  corresponds to a case where the spacers are formed at a rate of one spacer per 12 pixels. The density 567 number/ $\text{cm}^2$  corresponds to a case where the spacers are formed at a rate of one spacer per 6 pixels. The density 1133 number/ $\text{cm}^2$  corresponds to a case where the spacers are formed at a rate of one spacer per 3 pixels. The density 3400 number/ $\text{cm}^2$  corresponds to a case where the spacers are formed at a rate of one spacer per one pixel.

[0180]

At 60 $^\circ\text{C}$ , the density  $\rho_{60}$  shows about 0.97g/ $\text{cm}^3$ , and at -20 $^\circ\text{C}$ , density  $\rho_{-20}$  shows 1.03g/ $\text{cm}^3$ . Therefore, the right hand of the equation (1) is 0.058. As shown in FIG. 56, if the value  $x/d$  is larger than 0.058 (No 1, No 2, No 3), the high temperature excessiveness and the low temperature foaming cannot occur. If less than 0.058 (No 4, No 5), the high temperature excessiveness and the low temperature foaming occur.

[0181]

Therefore, in the embodiment, in order to satisfy the equation (1) and (2), the material and density of the spacer are selected. For example, a liquid crystal display apparatus where a pillar shaped spacer is formed on one of the TFT and CF substrates 10 and 20 (in FIG. 57(a), CF substrate 20) as shown in FIG. 57(a) or a liquid crystal display apparatus where a pillar shaped spacer is formed on both of the TFT and CF substrates 10 and 20 as shown in FIG. 57(b), the material and density of the spacers 25a and 25b satisfies the equations (1) and (2).

[0182]

In addition, in FIGS. 57(a) and (b), the TFT substrate 10 comprises a glass substrate 11, pixel electrodes 16a formed thereon, TFTs (not shown), gate bus lines (not shown), and data bus lines (not shown). The CF substrate 20 comprises a glass substrate 21, black matrix 22 formed under the substrate color filters 23, and a common electrode 24. In addition, a liquid crystal 29 is inserted between the TFT and CF substrates 10 and 20.

[0183]

In the embodiment, the material is not limited to a specific one. For example, a polyimide resin, a phenol resin, a novolak resin, and an acryl resin may be used.

(Fourteenth Embodiment)

Now, a fourteenth embodiment will be described.

[0184]

FIG. 58 is a cross sectional view of a TFT substrate of a liquid crystal display apparatus according to a fourteenth embodiment of the present invention. FIG. 59 is an enlarged view of a vicinity of a TFT formation portion. In FIG. 58, a resin film (protrusion) is selectively formed on an insulating film 318 of FIG. 59,

and a distal end portion of the protrusion is in contact with the CF substrate to maintain the cell gap in a constant value.

[0185]

The liquid crystal display apparatus comprises a TFT substrate 310, a CF substrate 320, a liquid crystal 329 inserted between the TFT and CF substrates 310 and 320. The TFT substrate 310 is construed as follows. On the glass substrate 311, gate bus lines 312 are formed, and on the gate bus lines 312, an insulating film (gate insulating film) 313 is formed. In the embodiment, as shown in FIGS. 58 and 59, the insulating film 313 is not formed in the pixel region.

[0186]

On the insulating film 313, a silicon film 314 to be TFT activation layer is selectively formed. In addition, on the silicon film 314, gate bus lines 312 and a channel protective film (insulating film) 315 having the same width as the gate bus lines 312 are formed. In a region from both ends of the channel protective film 315 to the both ends of silicon film 314, n type impurities are doped with a high density, so that n<sup>+</sup> silicon film 316 is formed. In addition, on the silicon film 316, a three-layered conduction film (data bus line, source electrode, and drain electrode) constructed with a Ti (titanium) film 317a, a Al (aluminum) film 317b and a Ti film 317c is formed.

[0187]

The silicon film 314, the channel protective film 315, the n<sup>+</sup> type silicon film 316 and the conductive film 317 are covered with an insulating film (final protective film) 318. The insulating film 318 is also not formed on the pixel region. On the insulating film 318, a contact hole 318a is formed to reach to the source electrode (conductive film 317) of the TFTs. The pixel electrode 319 is formed in a

pixel region extending from contact hole 318a on the glass substrate 311 and electrically connected to the conductive film 317 of the source of the TFTs through the contact hole 318a. The pixel electrode 319 is made of ITO.

[0188]

In addition, on the entire surface of the glass substrate 311, an alignment film (not shown) is formed, and the surfaces of the pixel electrode 319 and insulating film 318 is covered with the alignment film. On the other hand, the CF substrate 320 is constructed as follows. In a blue pixel region of the lower surface of the glass substrate 321, a blue color filter 323B is formed. In a red pixel region, a red color filter 323R is formed, and in a green pixel region, a green color filter 323G is formed. In addition, in a region between the pixels on the lower surface of the glass substrate 321, three-layered color filters 323B, 323R, 323G are stacked to form a black matrix.

[0189]

Under the color filters 323B, 323R, 323G, a common electrode 324 made of ITO is formed. In addition, under the common electrode 324, an alignment film (not shown) is formed. In the embodiment, since the insulating films 313, 318 are not formed in the pixel regions, although the height of the cell gap adjusting spacer facing the insulating film 318, a predetermined cell gap can be obtained. By doing so, the cell gap adjusting spacer can be easily formed. In addition, the thickness of the liquid crystal display apparatus can be reduced by the thickness of the insulating films 313, 318.

[0190]

Now, a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to the embodiment will be described. The method of manufacturing the

CF substrate is the same as a conventional method. In FIG. 58, instead of the CF substrate, the CF substrate described in the first embodiment may be used. Therefore, description on the method of manufacturing the CF substrate is omitted. FIGS. 60 and 61 are cross sectional views showing a method of manufacturing the TFT substrate of the liquid crystal display apparatus according to the embodiment.

[0191]

Firstly, as shown in FIG. 60(a), on the glass substrate 311, an 0.15  $\mu\text{m}$  conductive film made of, for example, Al(aluminum), Ti (titan), a stack thereof, or Cr is formed, and by using a photolithography method, the conductive film is patterned to form gate bus lines 312 and storage capacitance bus lines (not shown). After that, on the glass substrate 311, a SiNx having a thickness of about 0.35  $\mu\text{m}$  is deposited to form an insulating film (gate insulating film) 313.

[0192]

Next, on the insulating film 313, an amorphous silicon film 314 (to be TFT activation layer) having a thickness of about 0.03  $\mu\text{m}$  is formed. In addition, on the amorphous silicon film 314, the SiNx is deposited with a thickness of about 0.15  $\mu\text{m}$ . Next, on the SiNx film, a photoresist is coated, and the photoresist is exposed from the lower surface of the glass substrate 311. After that, an exposure process is performed to remain the resist film on only the upper portion of the gate bus lines 312. By using the resist film as a mask, the SiNx film is etched to selectively form, as shown in FIG. 60(b), the channel protective film 315 on the silicon film 314. After that, the resist film on the channel protective film 315 is removed.

[0193]

Next, on the glass substrate 311, an n+ type amorphous silicon film doped with n type impurities is formed with a thickness of about 0.03  $\mu\text{m}$ . After that, on the n+ amorphous silicon film, an about 0.02  $\mu\text{m}$  Ti film, an about 0.08  $\mu\text{m}$  Al film, an about 0.05  $\mu\text{m}$  Ti film are sequentially stacked to form a conductive film, that is, a stack of the Ti film, Al film, and Ti film. Next, by using a photolithography method, in a shape shown in FIG. 60(c), the conductive film 317, the n+ type amorphous silicon film 316, and the amorphous silicon film 314 are patterned.

[0194]

Next, as shown in FIG. 61(a), on the entire upper surface of glass substrate 311, an insulating film (final protective film) 318 made of  $\text{SiN}_x$  are formed with a thickness of about 0.33  $\mu\text{m}$ . After that, by using a photolithography method, a contact hole reaching to TFT의 source electrode (conductive film 317) is formed on the insulating film 318, and the insulating films 318, 313 on the pixel regions are removed. For example, a dry etching method may be used. As a condition of the dry etching, a gas may be  $\text{SF}_6/\text{O}_2 = 150/250$  (sccm), pressure may be 8.0 Pa, and a power may be 600 W.

[0195]

Next, as shown in FIG. 61(b), an ITO film is formed on the substrate 311, and by using a photolithography method, the ITO film is patterned to form a pixel electrode 319. After that, on the entire upper surface of substrate 311, an alignment film made polyimide is formed with a thickness of 0.05 ~ 0.1  $\mu\text{m}$ . By doing so, the TFT substrate 310 is completed.

[0196]

In addition, in the embodiment, the insulating films 313, 318 on the red pixel region, the green pixel region, and the blue pixel region are completely removed.

However, as shown in FIG. 62, in one or two of the red pixel region, the green pixel region, and the blue pixel region, the insulating films 313, 318 may be remained. By doing so, the so-call multi cell gap liquid crystal display apparatus where the cell gap is adjusted for each color can be implemented. For example, as shown in FIG. 62, in the blue pixel region, the insulating films 313, 318 are remained, in the red pixel region and the green pixel region; the insulating films 313, 318 are removed. Therefore, the cell gaps between the blue pixel and red pixel and between the blue pixel and the green pixel have a difference of about  $0.68\text{ }\mu\text{m}$ . In the multi cell gap liquid crystal display apparatus, the optical characteristics are optimized by adjusting the cell gaps for respective color pixels, so that it is possible to further improve the display quality. Here, as shown in FIG. 63, the insulating film 318 between the source electrode and pixel region of the TFT may be removed. By doing so, the step difference of the pixel electrode 319 from the source electrode to the pixel region is shorted, so that the connection defect can be prevented.

[0197]

In addition, by controlling the etching condition for the insulating films 313, 318, a desired thickness of the insulating films 313, 318 may be remained in the pixel region. In addition, in the above example, all the insulating films 313, 318 are formed with an inorganic material ( $\text{SiNx}$ ). However, the insulating films may be formed with an insulating organic material. For example, in a case where the insulating film 318 is formed with a resin material such as acryl, polyimide, and epoxy, by using a spin coating method, the material is formed with a thickness of about  $1\text{ }\mu\text{m}$ , and after that, at the same time of forming the contact hole 318a, the resin material is selectively removed from the pixel region. By doing so, similar to

the above example, formation of the cell gap in the pixel region and a multi cell gap structure can be implemented. In this case, since the step difference between colors changes depending on change in the thickness of the insulating film 318, by changing the thickness of the insulating film 318 during a spin coating method, the cell gap can be simply adjusted.

[0198]

In the embodiment, if the cell gaps are equal to each other, the interval between the glass substrates 311 and 321 is shorted in comparison to a conventional liquid crystal display apparatus where the insulating films 313, 318 are not formed. Therefore, after the TFT substrate 310 and the CF substrate 320 are attached with a seaming member, in the liquid crystal injection method, a long production time is taken. However, in the so-called dropping method where, for example, the liquid crystal is dropped on the TFT substrate 310, the CF substrate 320 is disposed on the TFT substrate 310, and then, the TFT substrate 310 and the CF substrate 320 are attached, the production can be reduced.

[0199]

(Fifteenth Embodiment)

FIG. 64 is a cross sectional view showing a liquid crystal display apparatus according to a fifteenth embodiment. The liquid crystal display apparatus comprises a TFT substrate 310, a CF substrate 320, and a liquid crystal inserted between the TFT substrate 310 and the CF substrate 320.

[0200]

TFT substrate 310 basically has the same construction as the fourteenth embodiment, except that the final protective film 331 is a photo-sensitive acryl resin. Namely, on the glass substrate 311, the gate bus lines 312 are formed, and



on the gate bus lines 312 and the pixel region, the insulating film (gate insulating film) 313 is formed.

[0201]

On the insulating film 313, similar to the fourteenth embodiment, the silicon film to be a TFT activation layer and the conductive layer to be data bus lines, the source electrode, and the drain electrode are formed (see FIG. 59). In addition, on the TFTs, a final protective film 331 made of a resin is formed. The final protective film 331 serves as a spacer. Namely, a distal end portion of the final protective film 331 is in contact with the CF substrate 340 to maintain the cell gap in a constant value.

[0202]

In the distal end portion of TFT source electrode, the final protective film is removed. On a region from the end portion of the source electrode to the insulating film 313 of the pixel region, the pixel electrode 319 made of ITO is formed. The surfaces of the final protective film 331 and pixel electrode 319 are covered with an alignment film (not shown). On the other hand, the CF substrate 340 is constructed as follows. On the lower surface of the glass substrate 341, a black matrix 342 made of a metal such as Cr or a black resin is formed. With the black matrix 342, the gate bus lines, the data bus lines, and the TFTs of TFT substrate 310 are covered. In addition, in a pixel region on the lower surface of the CF substrate 340, red(R), green (G), and blue (B) color filters 343R, 343G, and 343B are formed corresponding to the pixel electrodes on the TFT substrate 310.

[0203]

In addition, a common electrode 344 made of ITO is formed on the lower

sides of the black matrix 343 and the color filters 343R, 343G, 343B. In addition, under the common electrode 344, an alignment film (not shown) is formed. FIG. 65 is a cross sectional view showing a method of manufacturing the TFT substrate. Firstly, similar to the fourteenth embodiment, on the glass substrate 311, gate bus lines 312, gate insulating film 313, a silicon film 314, a channel protective film 315, and n+ type silicon film 316, and a conductive film 317 are formed (see FIGS. 60(a) to 60(c)).

[0204]

Next, as shown in FIG. 65(a), by using a spin coating method, on the entire upper surface of the substrate 311, a photosensitive acryl resin is coated with a thickness of about 4  $\mu\text{m}$  to form the photosensitive acryl resin film 330. Next, as shown in FIG. 65(b), the photosensitive acryl resin is exposed and developed to form a final protective film 331 for covering the conductive film 317 and silicon films 314, 316. Here, the final protective films 331 are removed from the conductive film 317 of the TFT source and the pixel region.

[0205]

After that, on the entire upper surface of the glass substrate 311, an ITO film is formed, and the ITO film is patterned to form a pixel electrode 319. Next, on the entire upper surface of the glass substrate 311, an alignment film (not shown) is formed, and the surfaces of the pixel electrode 319 and the final protective film 331 are covered with the alignment film. By doing so, the TFT substrate 310 is completed. The CF substrate can be manufactured by using a well know method, so that description thereon is omitted.

[0206]

In the embodiment, since the final protective film 331 is made of a

photosensitive acryl resin, the thick film can be easily formed with a thickness of about 4  $\mu\text{m}$ . In addition, the distal end portion of the thick final protective film 331 is in contact with the CF substrate 340 to maintain the cell gap in a constant value of about 4  $\mu\text{m}$ . In other words, the final protective film 331 serves as a spacer. The cell gap is defined by the thickness of the photosensitive acryl resin, and the thickness of the photosensitive acryl resin can be arbitrarily selected by adjusting the coating condition thereof. In addition, by selectively removing the gate insulating film 313 of the pixel region depending on pixel colors, the multi cell gap can be implemented.

[0207]

According to the embodiment, the same constructions and effects as the fourteenth embodiment can be obtained. In addition, since the final protective film 331 can be used as a spacer, the production process can be simplified, and the production cost can be reduced. In addition, as described above, the multi cell gap can be implemented, and a liquid crystal display apparatus having optimal optical characteristics such as chroma, transmittance, and contrast can be manufactured.

[0208]

Now, a sixteenth embodiment of the present invention will be described. FIG. 66 is a plan view showing a before-injection state of a liquid crystal display apparatus (liquid crystal panel) according to the sixteenth embodiment. FIG. 67 is a cross sectional view taken along line D-D'. In addition, in FIG. 67, the gate bus lines and the data bus lines are omitted, and the same reference numerals denotes the same components as those of FIG. 1.

[0209]

The CF substrate 420 of the liquid crystal display apparatus according to the embodiment is constructed as follows. On the one surface of the glass substrate 421 (on the lower surface in FIG. 67), a red color filter 423R, a green color filter 423G and a blue color filter 423B are formed with predetermined patterns. In addition, in the embodiment, as shown in FIG. 67, two color filters of the color filters 423R, 423G, 423B are stacked to form a black matrix for shielding inter-pixel regions. In addition, in the shielding region 402 outside of a display region, a black matrix constructed with a stack of the blue color filter 423B and the red color filter 423R is formed. In addition, on the shielding region 402 in the vicinity of the liquid crystal injection inlet 404, a plurality of gap sustaining spacers 425c are formed. In addition, in the liquid crystal injection inlet 404, a plurality of pillars constructed with there-layered color filters 423R, 423G, 423B are formed, and under the pillars, gap sustaining spacers 425d are formed. In addition, distal end portions of the spacers 425c and 425d are in contact with the TFT substrate 410 to maintain the gaps in the liquid crystal injection inlet 404 and the shielding region 402 in a constant value.

[0210]

The TFT substrate 410 and the CF substrate 420 are attached to each other with a sealing member 40 coated in a region outside the display region 401. After that, through the liquid crystal injection inlet 404, the liquid crystal is injected between the TFT substrate 410 and the CF substrate 420. In general, for the liquid crystal injection, a vacuum chamber is used. Namely, the TFT substrate and the CF substrate are attached with the sealing member to form a liquid crystal panel, and then, the liquid crystal panel together with a liquid crystal container is inserted within the vacuum chamber. After the vacuum in the chamber is formed,

the liquid crystal injection inlet is immersed into the liquid crystal, and the pressure of the chamber is returned to the atmospheric pressure. By doing so, due to the pressure difference, the liquid crystal is injected into a space in the liquid crystal panel. After a sufficient amount of the liquid crystal is injected into the liquid crystal panel, the liquid crystal injection inlet is molded with a resin.

[0211]

For example, as shown in FIG. 22, in the liquid crystal display apparatus, since the black matrix is constructed by stacking the color filters, the production process can be further simplified in comparison to a method of forming the black matrix using Cr or the like. In addition, since the cell gap adjusting spacer is formed at a predetermined position, the cell gap in the display region can be maintained in a constant value. However, in a shielding region outside of the display region, the interval between the TFT substrate and the CF substrate is shortened in comparison to a liquid crystal display apparatus where the black matrix is formed with Cr. For the reason, the liquid crystal injection speed deviation increases depending on the liquid crystal panels. As a result, the injection time increases, the foams may be generated due to the insufficient injection. In addition, the cell gap may increase due to excessive injection.

[0212]

In order to solve the problem, the injection time for respective liquid crystal panels may be adjusted. However, if the injection time is adjusted for the respective liquid crystal panels, the product efficiency greatly decreases and the production cost increases. On the other hand, in the embodiment, as shown in FIG. 67, the spacers 425d and 425c are provided to the liquid crystal injection inlet 404 and the surrounding regions, and the gap between the TFT substrate 410 and

the CF substrate 420 can be maintained in a constant value by means of the spacers 425c and 425d. Therefore, the deviation of the liquid crystal injection time can be reduced, so that the aforementioned problem can be solved.

[0213]

FIGS. 68 to 70 are cross sectional views showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to the sixteenth embodiment. FIGS. 71 and 72 are plan views of the method of manufacturing the CF substrate. In FIGS. 71 and 72, the shape of the black matrix is also shown. In FIGS. 68 to 70, the color filter formation surface is an upper side of the figure. Firstly, on the entire upper surface of the glass substrate 421, a blue photoresist is coated. After that, by using a predetermined pattern mask, the photoresist is exposed and developed, as shown in FIGS 68(a) and 71(a), to form a blue pixel portion, a black matrix formation portion on the blue pixel portion, surroundings of the blue pixel portion, and surroundings of the red pixel portion, a spacer formation portion in the display region (see FIG. 22), a shielding region outside of the display region, and a blue color filter 423B with a thickness of 1.7  $\mu\text{m}$  on the spacer formation portion of the liquid crystal injection inlet.

[0214]

Next, on the entire upper surface of the glass substrate 421, a red photoresist is coated. After that, by using a predetermined pattern mask, the photoresist is exposed and developed, as shown in FIGS 68(b) and 71(b), to form a red pixel portion, a black matrix formation portion on pixel portions, a spacer formation portion in the display region, a shielding region outside of the display region, and a red color filter 423R with a thickness of 1.7  $\mu\text{m}$  on the spacer

formation portion of the liquid crystal injection inlet.

[0215]

In this case, since the thickness of the red color filter 423R stacked on the blue color filter 423B in the display region is narrow (10 ~ 40  $\mu\text{m}$ ), by using leveling during the pre-baking and post-baking processes, the thickness can be reduced less than 1.7  $\mu\text{m}$ . On the other hand, since the thickness of the blue color filter 423B stacked on the red color filter 423R in the shielding region 402 and the liquid crystal injection inlet 404 is sufficiently large, the thickness is almost equal to the thickness of the red color filter 423R in the pixel region.

[0216]

Next, on the entire upper surface of the glass substrate 421, a green photoresist is coated. After that, by using a predetermined pattern mask, the photoresist is exposed and developed, as shown in FIGS 69(a) and 72(a), to form a green pixel portion, a black matrix formation portion on surroundings of the green pixel portion, a spacer formation portion in the display region 401, and a green color filter 423G with a thickness of 1.7  $\mu\text{m}$  on the spacer formation portion of the liquid crystal injection inlet.

[0217]

In this case, since the thickness of the green color filter 423G stacked on the blue color filter 423B or the red color filter 423G in the display region is narrower than the width of the stacked portion, by using leveling during the pre-baking and post-baking processes, the thickness can be reduced less than 1.7  $\mu\text{m}$ . On the other hand, since the thickness of the green color filter 423G stacked on the red color filter 423R in the liquid crystal injection inlet 404 is sufficiently large, the thickness is almost equal to the thickness of the green color filter 423G in the

pixel region.

[0218]

Next, as shown in FIG. 69(b), on the upper portion of the glass substrate 421, a common electrode 424 made of ITO is formed with a thickness of about 0.1  $\mu\text{m}$ , and the surfaces the color filters 423R, 423G, 423B of the display region 401 and the surface of the color filter 423R of the shielding region 402 are covered with the common electrode 424. However, the common electrode is not formed in the liquid crystal injection inlet 404.

[0219]

Next, on the entire upper surface of the glass substrate 421, a photoresist is coated. Next, by using a predetermined pattern mask, the resist is exposed and developed, as shown in FIG. 70 and 72(b), to form domain control protrusion 425a on the color filter 423R, 423G, 423B in the display region 401, and at the same time, toe a cell gap adjusting spacer 425b in a predetermined position of display region 401, to form a gap sustaining spacer 425c in a predetermined position of shielding region 402, and to form a gap sustaining spacer 425d on a pillar constructed with three layered color filters 423B, 423R, 423G of the liquid crystal injection inlet 404.

[0220]

In this case, by adjusting pattern widths of the domain control protrusion 425a in the display region 401 and the cell gap adjusting spacer 425b in the display region 401, and pattern widths of the gap sustaining spacer 425c in the shielding region and the gap sustaining spacer 425d in the liquid crystal injection inlet 404, the height (the height from the surface of the substrate 421) of the spacers 425c, 425d is formed to larger than those of the domain control protrusion



425a and the cell gap adjusting spacer 425b. For example, the height of the cell gap adjusting spacer 425b in the display region 401 is 5.6  $\mu\text{m}$ , the height of the spacer 425c of the shielding region 402 outside of the display region is 5.8  $\mu\text{m}$ , the height of the spacer 425d of the liquid crystal injection inlet 404 is 6.0  $\mu\text{m}$ . Like this, the heights of the spacers 425b, 425c, 425d are different.

[0221]

After that, on the upper side of the glass substrate 421, an alignment film (not shown) is formed with a thickness of 800 $\text{\AA}$ , the surfaces of the color filters 423R, 423G, 423B, and the surfaces of the domain control protrusion 425a and the spacers 425b, 425c are covered with the alignment film. By doing so, the CF substrate 420 is completed. The TFT substrate 410 is the same as that of the first embodiment. Therefore, description on the method of manufacturing the TFT substrate 410 is omitted.

[0222]

Along the circumference of the CF substrate 420, a sealing member is coated, and the distal end portion of the spacers 425b, 425c, 425d are in contact with the TFT substrate 410 to attach the TFT substrate 410 and the CF substrate 420, so that a liquid crystal panel 400 is obtained. However, the sealing member is not coated on the liquid crystal injection inlet 404. After the attachment, the inner space between the TFT substrate 410 and the CF substrate 420 is connected to an external space.

[0223]

After that, the liquid crystal panel 400 and the liquid crystal container are inserted into the vacuum chamber, and the chamber is in vacuum. Next, the liquid crystal injection inlet 404 is immersed into the liquid crystal, and then, the

pressure of the chamber is returned to the atmospheric pressure. By doing so, the liquid crystal is injected into the internal space of the liquid crystal panel 400 due to the pressure difference. Here, in the embodiment, since the spacers 425d and 425c are not formed in the liquid crystal injection inlet 404 and surroundings thereof, although the interval between the TFT substrate 410 and the CF substrate 420 is relatively large, and although the black matrix is formed by stacking the color filters, the liquid crystal injection speed is high.

[0224]

Next, after a sufficient amount of the liquid crystal is injected into the liquid crystal panel, the liquid crystal injection inlet 404 is charged with a UV cured resin, and the liquid crystal injection inlet 404 is molded by UV illumination. Here, the UV cured resin is contacted, so that gaps in the liquid crystal injection inlet 404 and the shielding region 402 are shorted. By doing so, the gaps are uniform over the liquid crystal panel.

[0225]

By doing so, the cell gap is uniform at about 4.0  $\mu\text{m}$  over the liquid crystal panel. After that, on the upper and lower sides of the liquid crystal panel, polarizing plates are adhered with a crossed Nichols. By doing so, a liquid crystal display apparatus is completed. An injection time test for a liquid crystal display apparatus manufactured according to the method shows that the embodiment can shorten the liquid crystal injection item by about 20% in comparison to a liquid crystal display apparatus where spacers are not provided to the shielding region 402 and the liquid crystal injection inlet 404 or spacer.

[0226]

[Annex]

(1) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 2, it is preferable that a post-baking process is performed after the developing process.

(2) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 2, in the exposure process, the exposure amounts for the spacer formation region and the protrusion formation region may be different from each other.

[02227]

(3) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 2, it is preferable that the transmittances of the spacer pattern and the protrusion pattern are different from each other.

(4) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 2, in the exposure process, by performing a plurality of the exposure processes on the mask while the mask is shifted in a direction parallel to the photoresist film, the exposure amounts for the spacer formation region and the protrusion formation region may be different from each other.

[02228]

(5) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 2, in the exposure process, by using a refracted light, the exposure amounts for the spacer formation region and the protrusion formation region may be different from each other.

(6) In a liquid crystal display apparatus according to Claim 8, it is preferable that the edge of the green pixel is defined by the edge of the red color filter formed on the green color filter, the edge of the red pixel is defined by the edge of the blue color filter formed on the red color filter, and the edge of the blue pixel is

defined by the edge of the first-layer green color filter.

[0229]

(7) In a liquid crystal display apparatus according to Claim 8, the edge of the green pixel may be defined by the edge of the red color filter formed on the green color filter, the edge of the red pixel may be defined by the edge of the blue color filter formed on the red color filter, and the edge of the blue pixel may be defined by the edge of the first-layer green color filter.

[0230]

(8) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 10, it is preferable that the substrate is made of a material having a higher UV absorbing capability than a glass.

(9) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 10, it is preferable that a UV absorbing material is added to at least one of the first color filter and the second color filter.

[0231]

(10) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 10, on the surface of the substrate, a thin film made of a material having a better UV absorbing capability than the material of the substrate may be formed.

(11) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 10, it is preferable that the black matrix is formed by stacking at least two color filters.

[0232]

(12) In a liquid crystal display apparatus according to Claims 23 or 24, the thickness of the final protective film interposed on the pixle region may be different

depending on colors of the pixels.

(13) In a liquid crystal display apparatus according to Claims 23 or 24, the final protective film is made of an insulating inorganic material.

[0233]

(14) In a liquid crystal display apparatus according to Claims 23 or 24, the final protective film is made of an insulating organic material.

(15) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 25, the thickness of the first insulating film remained on the pixel region or the second insulating film may be changed depending on colors of the pixels.

[0234]

(16) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 25, an upper portion of the thin film transistor among the second insulating film may be used as a spacer for sustaining the cell gap.

(17) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 25, the second insulating film may be made of an inorganic material.

[0235]

(18) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 25, the second insulating film may be made of an organic material.

(19) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 28, it is preferable that, in a case where the red, green, and blue color filters are stacked as three layers, the domain control protrusion and the cell gap adjusting spacer are simultaneously formed thereon, and the first and

second substrates are attached to each other, a distal end portion of the cell gap adjusting spacer is in contact with the second substrate.

[0236]

(20) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 28, it is preferable that, at the same time of forming the first gap sustaining spacer, a second gap sustaining spacer is formed on a black matrix outside the display region.

(21) In a method of manufacturing a liquid crystal display apparatus according to Claim 28, it is preferable that the first gap sustaining spacer is formed to be higher than the second gap sustaining spacer.

[0237]

[Effect]

Accordingly, by simultaneously forming a spacer for maintaining a cell gap in a constant value and a domain control protrusion having a lower higher than the spacer by using a photoresist film, it is possible to easily form a liquid crystal display apparatus having a good viewing characteristics.

[00238]

In addtoin, in a liquid crystal display apparatus where a black matrix is constructed by stacking two or more of red, green color filters, by defining edges of two or more of red, green, and blue pixels with edge of the upper layered color filter, the position change of the edges of pixels caused by reflected light from a stage of an exposure apparatus can be avoided. By doing so, it is possible to improve display quality of the liquid crystal display apparatus.

[0239]

In addition, first and second spacers having different heights is formed, the

cell gap is maintained by only the first spacers in a normal state, and the cell gap is maintained by both of the first and second spacers when a high pressure is exerted. By doing so, the deterioration in the display quality caused by the thermal expansion and contraction of the liquid crystal due to change in temperature can be avoided. In addition, the deformation of the spacers or the short-circuit of the pixel electrode and the common electrode caused by a high pressure within such as autoclave can be avoided. Even in a case where the apparatus is constructed by stacking a plurality of film having different pressing displacement, the same effect can be obtained.

[0240]

In addition, by selecting materials and density of the spacers wherein a displacement amount with respect to a weight satisfies a predetermined an inequality equation, the spacers can be properly extend or contract depending on thermal expansion or contraction of liquid crystal due to change in temperature. By doing so, the deterioration in display quality caused by the thermal expansion and contraction of the liquid crystal can be avoided. In addition, in at least one pixel region of a plurality of color pixels, by using a structure where a final protective film is not provided between the pixel electrode and the transparent substrate, or a structure where the thickness of the final protective film interposed between the pixel electrode and the transparent substrate is smaller than that of the final protective film on the thin film transistor, although the height of the cell gap adjusting spacer is lowered, a predetermined cell gap can be obtained. By doing so, the cell gap adjusting spacer can be easily formed.

[0241]

In addition, a pillar is formed by stacking two or more color filters in the

liquid crystal injection inlet, and a spacer is formed on the pillar. By doing so, the gap of the liquid crystal injection inlet can be ensured, so that deviation of the liquid injection time can be avoided. Therefore, the deterioration in display quality caused by the foams generated due to insufficient liquid crystal injection or the non-uniformity of the cell gap due to excessive injection can be avoided.

[Brief Description of Drawings]

[FIG. 1]

FIG. 1 is a cross sectional view of a liquid crystal display apparatus according to a first embodiment of the present invention.

[FIG. 2]

FIG. 2 is an enlarged view of a spacer formation portion in the liquid crystal display apparatus.

[FIG. 3]

FIG. 3 is a plan view of a TFT substrate of the liquid crystal display apparatus.

[FIG. 4]

FIG. 4 is a plan view of a CF substrate of the liquid crystal display apparatus.

[FIG. 5]

FIG. 5 is a view showing an example 1 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the first embodiment of the present invention.

[FIG. 6]

FIG. 6 is a view showing an example 2 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the first



embodiment of the present invention.

[FIG. 7]

FIG. 7 is a view showing an example 3 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the first embodiment of the present invention.

[FIG. 8]

FIG. 8 is a view showing an example 4 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the first embodiment of the present invention.

[FIG. 9]

FIG. 9 is a view showing an example 5 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the first embodiment of the present invention.

[FIG. 10]

FIG. 10 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a second embodiment of the present invention, wherein a positional relation between a light-shielding pattern of a mask and a pixel is shown.

[FIG. 11]

FIG. 11 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a second embodiment of the present invention, wherein after-formation spacer and protrusion patterns are shown.

[FIG. 12]

FIG. 12(a) is a cross sectional view taken along line B-B of FIG. 11, and FIG. 12(b) is a cross sectional view taken along line C-C of FIG. 11.

[FIG. 13]

FIG. 13 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a second embodiment of the present invention, wherein a cross sectional view of a protrusion formation region is shown.

[FIG. 14]

FIG. 14 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a second embodiment of the present invention, wherein a cross sectional view of a spacer formation region is shown.

[FIG. 15]

FIG. 15 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a second embodiment of the present invention, wherein a pattern exposure is shown in case of a resist used for an exposure amount corresponding to a after-developing film thickness of 1.5  $\mu\text{m}$  which is 1.2 times of a normal exposure amount.

[FIG. 16]

FIG. 16 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a third embodiment of the present invention, wherein a schematic view of an exposure process is shown.

[FIG. 17]

FIG. 17 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a third embodiment of the present invention, wherein a view of a protrusion formation pattern is shown.

[FIG. 18]

FIG. 18 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a

liquid crystal display apparatus according to a third embodiment of the present invention, wherein a schematic view of a protrusion formation region in an exposure process is shown.

[FIG. 19]

FIG. 19 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a third embodiment of the present invention, wherein a method of forming a protrusion by using a pattern made of low transmittance material is shown.

[FIG. 20]

FIG. 20 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to a fourth embodiment of the present invention, wherein a schematic view of an exposure process is shown.

[FIG. 21]

FIG. 21 is an enlarged view of a protrusion formation region of FIG. 20.

[FIG. 22]

FIG. 22 is a cross sectional view of a liquid crystal display apparatus according to a fifth embodiment of the present invention.

[FIG. 23]

FIG. 23 is a view showing a relation between a thickness of a color filter and a height of a spacer.

[FIG. 24]

FIG. 24 is a view showing an example 1 of a method of manufacturing a CF substrate according to the fifth embodiment of the present invention.

[FIG. 25]

FIG. 25 is a view showing an example 2 of a method of manufacturing a CF

substrate according to the fifth embodiment of the present invention.

[FIG. 26]

FIG. 26 is a view showing a method of manufacturing a CF substrate according to a sixth embodiment of the present invention.

[FIG. 27]

FIG. 27 is a schematic view showing an exposure process for a photoresist to form a color filter.

[FIG. 28]

FIG. 28 is a view showing a general example of a black matrix formed by stacking a color filter.

[FIG. 29]

FIG. 29 is a cross sectional view showing a method of manufacturing a CF substrate according to a seventh embodiment of the present invention.

[FIG. 30]

FIG. 30 is a plan view showing a method of manufacturing a CF substrate.

[FIG. 31]

FIG. 31 is a view showing the seventh embodiment, wherein an edge of a color filter defining an edge of a pixel portion is shown.

[FIG. 32]

FIG. 32 is a view showing the seventh embodiment, wherein a substrate on which a UV absorbing film is formed is shown.

[FIG. 33]

FIG. 33 is a cross sectional view showing a method of manufacturing a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to an eighth embodiment of the present invention.

[FIG. 34]

FIG. 34 is a plan view showing a method of manufacturing a CF substrate.

[FIG. 35]

FIG. 35 is a view showing an example 1 of the eighth embodiment, wherein an edge of a color filter defining an edge of a pixel portion is shown.

[FIG. 36]

FIG. 36 is a view showing an example 2 of the eighth embodiment, wherein an edge of a color filter defining an edge of a pixel portion is shown.

[FIG. 37]

FIG. 37 is a schematic plan view of a liquid crystal display apparatus according to a ninth embodiment of the present invention.

[FIG. 38]

FIG. 38 is a cross sectional view taken along a position of a black matrix of a liquid crystal display apparatus.

[FIG. 39]

FIG. 39 is a view showing a calculation result of change in a cell gap with respect to a pressing weight.

[FIG. 40]

FIG. 40 is a view showing an example 1 of the ninth embodiment, wherein an edge of a color filter defining an edge of a pixel portion is shown.

[FIG. 41]

FIG. 41 is a view showing an example 2 of the ninth embodiment, wherein an edge of a color filter defining an edge of a pixel portion is shown.

[FIG. 42]

FIG. 42 is a view showing a liquid crystal display apparatus having spacers

constructed by forming a novolak resin film on a color filter.

[FIG. 43]

FIG. 43 is a view showing a pressing displacement curve of a spacer having a structure of FIG. 42.

[FIG. 44]

FIG. 44 is view showing a calculation result of a displacement amount of a resin spacer with respect to a pressing weight.

[FIG. 45]

FIG. 10 is a cross sectional view of a liquid crystal display apparatus according to a tenth embodiment.

[FIG. 46]

FIG. 46 is a view showing an example 1 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the tenth embodiment of the present invention.

[FIG. 47]

FIG. 47 is a view showing an example 2 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the tenth embodiment of the present invention.

[FIG. 48]

FIG. 48 is a plan view of liquid crystal display apparatus according to an eleventh embodiment of the present invention.

[FIG. 49]

FIG. 49 is a cross sectional view of the liquid crystal display apparatus.

[FIG. 50]

FIG. 50 is a view showing an example 1 of a method of manufacturing the

CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the eleventh embodiment of the present invention.

[FIG. 51]

FIG. 51 is a view showing an example 2 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the eleventh embodiment of the present invention.

[FIG. 52]

FIG. 52 is a view showing an example 1 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the twelfth embodiment of the present invention.

[FIG. 53]

FIG. 53 is a view showing an example 2 of a method of manufacturing the CF substrate of the liquid crystal display apparatus according to the twelfth embodiment of the present invention.

[FIG. 54]

FIG. 54 is a plan view (a schematic view) of a CF substrate of a liquid crystal display apparatus according to the twelfth embodiment of the present invention.

[FIG. 55]

FIG. 55 is a view showing a weight displacement characteristic of a spacer.

[FIG. 56]

FIG. is a view showing a result of testing a high temperature overflow and a low temperature forming depending on a change in a spacer distribution density.

[FIG. 57]

FIG. 13 is a view showing an example of a cell gap sustaining spacer of a

liquid crystal display apparatus according to a thirteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 58]

FIG. 58 is a cross sectional view of a TFT substrate of a liquid crystal display apparatus according to a fourteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 59]

FIG. 59 is an enlarged view of a vicinity of a TFT formation portion.

[FIG. 60]

FIG. 60 is a cross sectional view showing an example 1 of a method of manufacturing the TFT substrate of the liquid crystal display apparatus according to the fourteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 61]

FIG. 61 is a cross sectional view showing an example 2 of a method of manufacturing the TFT substrate of the liquid crystal display apparatus according to the fourteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 62]

FIG. 62 is a view showing an modified example of the fourteenth embodiment, wherein an insulating film under a pixel electrode of a blue pixel portion is remained and insulating films under pixel electrodes of red and green pixel portions.

[FIG. 63]

FIG. 63 is a view showing an example of the fourteenth embodiment, wherein an insulating film is etched to expose a conductive film for a source of the TFT.

[FIG. 64]



FIG. 64 is a cross sectional view showing a liquid crystal display apparatus according to a fifteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 65]

FIG. 65 is a cross sectional view showing a method of manufacturing a TFT substrate of a liquid crystal display apparatus according to the fifteenth embodiment.

[FIG. 66]

FIG. 66 is a plan view showing a before-injection state of a liquid crystal display apparatus according sixteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 67]

FIG. 67 is a cross sectional view taken along line D-D' of FIG. 66.

[FIG. 68]

FIG. 68 is a view showing an example 1 of a method of a liquid crystal display apparatus according to the sixteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 69]

FIG. 69 is a view showing an example 2 of a method of a liquid crystal display apparatus according to the sixteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 70]

FIG. 70 is a view showing an example 3 of a method of a liquid crystal display apparatus according to the sixteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 71]

FIG. 71 is a plan view showing an example 1 of a method of a liquid crystal display apparatus according to the sixteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 72]

FIG. 72 is a plan view showing an example 2 of a method of a liquid crystal

display apparatus according to the sixteenth embodiment of the present invention.

[FIG. 73]

FIG. 73 is a cross sectional view (a schematic view) showing an example of a conventional MVA liquid crystal display apparatus.

[FIG. 74]

FIG. 74 is a cross sectional view (a schematic view) showing a voltage applied state of the MVA liquid crystal display apparatus of FIG. 73.

[FIG. 75]

FIG. 75 is a cross sectional view (a schematic view) showing another example of a conventional MVA liquid crystal display apparatus.

[Reference Numerals]

10, 101, 210, 220, 230, 310, 321, 410, 510: TFT substrate

11, 21, 221, 231, 241, 261, 311, 421, 511, 521: glass substrate

12a, 312: gate bus line

13, 313: insulating film (gate insulating film)

14a: data bus line

15, 318, 331: insulating film (final protective film)

16a, 216, 236, 319, 516: pixel electrode

16b, 516a: slit (slit of pixel electrode)

17, 26, 217, 226, 237, 248: alignment film

18: TFT,

18a, 314, 316: silicon film

18b: source electrode

18c: drain electrode

20, 220, 240, 320, 420, 520: CF substrate

22, 222, 242, 262, 342, 522: black matrix

23R, 23G, 23B, 102R, 102G, 102B, 223R, 223G, 223B, 243R, 243G, 243B, 263R, 263G, 263B, 323R, 323G, 323B, 343R, 343G, 343B, 423R, 423G, 423B, 523: color filter

24, 103, 224, 245, 264, 324, 344, 424, 524: common electrode

25, 42, 102: resist

25a, 25c, 25d, 41a, 42a, 225a, 225b, 225, 251, 252, 265a, 425c, 425d: spacer

25b, 41b, 42b, 246a, 247a: protrusion

27, 28, 31, 32, 33, 34: mask

29, 219, 259, 329, 529: liquid crystal

32a: opening portion

106: exposure stage

228: novolak resin film

225c, 225d, 246b, 247: resin film

265: resist film

318: insulating film

314: channel protective film

317: conductive film

401: display region

402: light shielding region

403: sealing member

404: liquid crystal injection hole

425b: cell gap adjusting spacer

425c, 425d: cell gap sustaining spacer

425a, 517: domain control protrusion

2001-201750.doc

- 120 -

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-201750

(P 2 0 0 1 - 2 0 1 7 5 0 A)

(43)公開日 平成13年 7月27日(2001. 7. 27)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G02F 1/1339	500	G02F 1/1339 500	2H089
1/1335	505	1/1335 505	2H090
1/1337		1/1337	2H091
1/1368		G09F 9/00 342	Z 2H092
G09F 9/00	342	9/30 320	5C094

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全48頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-7176(P 2000-7176)

(22)出願日 平成12年 1月14日(2000. 1. 14)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中 4丁目 1番  
1号

(72)発明者 澤崎 学

神奈川県川崎市中原区上小田中 4丁目 1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 高木 孝

神奈川県川崎市中原区上小田中 4丁目 1番  
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100091672

弁理士 岡本 啓三

最終頁に続く

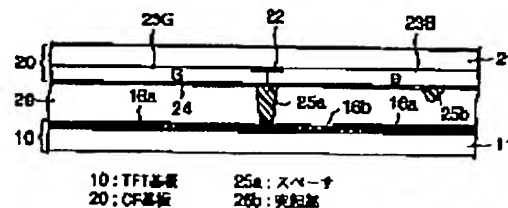
(54)【発明の名称】 液晶表示装置及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 従来に比べてより良好な表示品質が得られる液晶表示装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 TFT基板10とCF基板20との間に垂直配向型液晶29を封入した構造を有する。TFT基板10にはスリット16bが設けられた画素電極16aが形成されており、CF基板20には、セルギャップ保持用スペーサ25aとドメイン規制用突起部25bとが形成されている。例えば、ポジ型フォトリソをコモン電極24の上に塗布する。次に、スペーサ形成領域及び突起部形成領域を遮光するマスクを使用して第1の露光を行い、その後、スペーサ形成領域を遮光するマスクを用いて第2の露光を行う。次いで、フォトリソを現像することにより、高さが異なるスペーサ25a及び突起部25bを同時に形成することができる。

図1の露光の形態



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の基板間に垂直配向型液晶を封入した垂直配向型液晶表示装置において、前記一対の基板の少なくとも一方に形成されてセルギャップを一定に維持するセルギャップ調整用スペーサと、前記スペーサが形成された基板側に、前記スペーサと同一材料により同一工程で形成された、前記スペーサよりも高さが低いドメイン規制用突起部とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 一対の基板間に垂直配向型液晶を封入した垂直配向型液晶表示装置の製造方法において、一方の基板上にフォトリソ膜を形成するフォトリソ膜形成工程と、スペーサパターン及び突起パターンを有するマスクを使用し、前記フォトリソ膜に、現像後の残膜厚さが異なる条件で前記スペーサパターン及び前記突起パターンを転写する露光工程と、前記フォトリソ膜を現像して、前記スペーサパターンに対応するセルギャップ調整用スペーサと、前記突起パターンに対応するドメイン規制用突起部とを同時に形成する現像工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項3】 基板と、前記基板上に形成された複数色のカラーフィルタと、前記カラーフィルタの上に形成された共通電極と、前記共通電極の上に形成されたセルギャップ調整用スペーサと、前記共通電極の上に前記セルギャップ調整用スペーサと同一材料により同一工程で形成された、前記セルギャップ調整用スペーサよりも高さが低いドメイン規制用突起部とを有することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ基板。

【請求項4】 基板上に複数色のカラーフィルタを形成する工程と、前記カラーフィルタの上に透明導電体からなる共通電極を形成する工程と、前記共通電極の上にフォトリソ膜を形成する工程と、スペーサパターン及び突起パターンを有するマスクを使用し、前記フォトリソ膜に、現像後の残膜厚さが異なる条件で前記スペーサパターン及び前記突起パターンを転写する工程と、前記フォトリソ膜を現像して、前記スペーサパターンに対応するセルギャップ調整用スペーサと、前記突起パターンに対応するドメイン規制用突起部とを同時に形成する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ基板の製造方法。

【請求項5】 一対の基板間に垂直配向型液晶を封入した垂直配向型液晶表示装置の製造方法において、一方の基板上にフォトリソ膜を形成するフォトリソ

スト膜形成工程と、スペーサパターンと、該スペーサパターンよりも幅が狭い突起パターンとを有するマスクを使用し、前記フォトリソ膜に前記スペーサパターン及び前記突起パターンを転写する露光工程と、

前記フォトリソ膜を現像して、前記スペーサパターンに対応するセルギャップ調整用スペーサと、前記突起パターンに対応するドメイン規制用突起部とを同時に形成する現像工程と、

10 現像後のフォトリソ膜をポストバークして、ドメイン規制用突起部の高さを前記セルギャップ調整用スペーサの高さよりも低くするポストバーク工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項6】 基板上に複数色のカラーフィルタを形成する工程と、

前記カラーフィルタの上に透明導電体からなる共通電極を形成する工程と、

前記共通電極の上にフォトリソ膜を形成する工程と、

20 スペーサパターンと、該スペーサパターンよりも幅が狭い突起パターンとを有するマスクを使用し、前記フォトリソ膜に前記スペーサパターン及び前記突起パターンを転写する工程と、

前記フォトリソ膜を現像して、前記スペーサパターンに対応するセルギャップ調整用スペーサと、前記突起パターンに対応するドメイン規制用突起部とを同時に形成する工程と、

30 現像後のフォトリソ膜をポストバークして、ドメイン規制用突起部の高さを前記セルギャップ調整用スペーサの高さよりも低くする工程とを有することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ基板の製造方法。

【請求項7】 第1の基板上にカラーフィルタを形成する工程と、

前記第1の基板上に透明導電体からなる電極を形成する工程と、

前記透明導電体の上にフォトリソ膜を形成する工程と、

40 前記フォトリソ膜を露光し、その後現像処理を施して、セルギャップ調整用スペーサと、該セルギャップ調整用スペーサよりも高さが低いドメイン規制用突起部とを同時に形成する工程と、

前記第1の基板の上面側に第1の配向膜を形成する工程と、

画素電極及び第2の配向膜を有する第2の基板と前記第1の基板とを接合し、前記第1の基板と前記第2の基板との間に垂直配向型液晶を封入する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項8】 基板上に赤色、緑色及び青色のうちのいずれか2色以上のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスとする液晶表示装置において、

上層のカラーフィルタのエッジにより、赤色画素、緑色画素及び青色画素のうちのいずれか2以上の画素のエッジを決定する構造を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項9】 基板と、

前記基板上の赤色画素部に形成された赤色カラーフィルタと、緑色画素部に形成された緑色カラーフィルタと、青色画素部に形成された青色カラーフィルタと、赤色カラーフィルタ、緑色カラーフィルタ及び青色カラーフィルタのうちの少なくとも2色のカラーフィルタを

積層して形成され、前記基板上の画素間の領域に配置されたブラックマトリクスとを有し、前記赤色画素、前記緑色画素及び前記青色画素のエッジが前記ブラックマトリクスを構成するカラーフィルタのうち上層のカラーフィルタのエッジで決定されていることを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ基板。

【請求項10】 基板上の第1の色画素部及びブラックマトリクス形成部に、第1の色のカラーフィルタを形成する工程と、

前記基板上の第2の色画素部及び前記ブラックマトリクス形成部に、第2の色のカラーフィルタを形成し、前記第1の色画素部のエッジを前記第2の色のカラーフィルタのエッジで決定する工程と、

前記基板上の第3の色画素部及び前記ブラックマトリクス形成部に、第3の色のカラーフィルタを形成し、前記第2の色画素部のエッジを前記第3の色のカラーフィルタのエッジで決定するとともに、前記第3の色画素部のエッジを前記第1の色のカラーフィルタのエッジで決定する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項11】 基板上の第1の色画素部及びブラックマトリクス形成部に、第1の色のカラーフィルタを形成する工程と、

前記基板上の第2の色画素部及び前記ブラックマトリクス形成部に、第2の色のカラーフィルタを形成し、前記第1の色画素部のエッジを前記第2の色のカラーフィルタのエッジで決定する工程と、

前記基板上の第3の色画素部及び前記ブラックマトリクス形成部に、第3の色のカラーフィルタを形成し、前記第2の色画素部のエッジを前記第3の色のカラーフィルタのエッジで決定するとともに、前記第3の色画素部のエッジを前記第1の色のカラーフィルタのエッジで決定する工程と前記カラーフィルタの上に透明導電体からなるコモン電極を形成する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ基板の製造方法。

【請求項12】 一対の基板間に液晶を封入してなる液晶表示装置において、

前記一対の基板間に、通常時の前記基板間のセルギャップを決定する第1のスペーサと、前記第1のスペーサよりも高さが低い第2のスペーサとが設けられていること

を特徴とする液晶表示装置。

【請求項13】 前記第1のスペーサ及び前記第2のスペーサが、圧縮変位が異なる材料からなることを特徴とする請求項12に記載の液晶表示装置。

【請求項14】 一対の基板間に液晶を封入してなる液晶表示装置において、

前記一対の基板のセルギャップを決定するスペーサが、圧縮変位が異なる複数の膜を積層して構成されていることを特徴とする液晶表示装置。

10 【請求項15】 第1の基板上に第1のフォトリソ膜を形成し、該第1のフォトリソ膜を露光及び現像処理して、画素間の領域に第1のスペーサを選択的に形成する工程と、

前記第1の基板上に第2のフォトリソ膜を形成し、該第2のフォトリソ膜を露光及び現像処理して、前記画素間の領域であって前記第1のスペーサが形成されていない領域に、前記第1のスペーサと高さが異なる第2のスペーサを形成する工程と、

20 前記第1のスペーサ及び前記第2のスペーサのいずれか一方の先端部分を第2の基板に接触させて前記第1の基板と前記第2の基板とを接合し、両者の間に液晶を封入する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項16】 第1の基板の画素間の領域に、圧縮変位が異なる材料からなる複数の膜を積層してスペーサを形成する工程と、

前記スペーサの先端部分を第2の基板に接触させて、前記第1の基板と第2の基板とを接合し、両者の間に液晶を封入する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

30 【請求項17】 第1の基板上にブラックマトリクス及びカラーフィルタを形成する工程と、

前記第1の基板の上側全面に第1のフォトリソ膜を形成し、該第1のフォトリソ膜を露光及び現像処理して、前記カラーフィルタの上にドメイン規制用突起部を形成するとともに、前記ブラックマトリクスの上にレジスト樹脂膜を選択的に形成する工程と、

40 前記第1の基板の上側全面に第2のフォトリソ膜を形成し、この第2のフォトリソ膜を露光及び現像処理して、前記ブラックマトリクスの上に、第2のフォトリソ膜からなる第1のスペーサを形成するとともに、前記レジスト樹脂膜とその上の前記第2のフォトリソ膜とからなる第2のスペーサを形成する工程と、前記第2のスペーサの先端部分を第2の基板に接触させて前記第1の基板と前記第2の基板とを接合し、両者の間に液晶を封入する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項18】 基板上にブラックマトリクス及びカラーフィルタを形成する工程と、

50 前記基板の上側全面に第1のフォトリソ膜を形成

し、該第1のフォトレジスト膜を露光及び現像処理して、前記カラーフィルタの上にドメイン規制用突起部を形成するとともに、前記ブラックマトリクスの上方にレジスト樹脂膜を選択的に形成する工程と、

前記基板の上側全面に第2のフォトレジスト膜を形成し、この第2のフォトレジスト膜を露光及び現像処理して、前記ブラックマトリクスの上方に、第2のフォトレジスト膜からなる第1のスペーサを形成するとともに、前記レジスト樹脂膜とその上の前記第2のフォトレジスト膜とからなる第2のスペーサを形成する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ基板の製造方法。

【請求項19】 第1の基板上にブラックマトリクスを形成する工程と、

前記第1の基板上の画素部にカラーフィルタを形成するとともに、前記ブラックマトリクスの所定の領域上にのみカラーフィルタを形成する工程と、

前記第1の基板の上側全面にフォトレジスト膜を形成し、このフォトレジスト膜を露光及び現像処理して、前記ブラックマトリクスに積層された前記カラーフィルタの上と、カラーフィルタが積層されていない前記ブラックマトリクス上とにそれぞれスペーサを形成する工程と、

前記カラーフィルタ上の前記スペーサの先端部分を第2の基板に接触させて前記第1の基板と前記第2の基板とを接合し、両者の間に液晶を封入する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項20】 基板上にブラックマトリクスを形成する工程と、

前記基板上の画素部にカラーフィルタを形成するとともに、前記ブラックマトリクスの所定領域上にのみカラーフィルタを形成する工程と、

前記基板の上側全面にフォトレジスト膜を形成し、このフォトレジスト膜を露光及び現像処理して、前記ブラックマトリクスに積層された前記カラーフィルタの上と、カラーフィルタが積層されていない前記ブラックマトリクス上とにそれぞれスペーサを形成する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ基板の製造方法。

【請求項21】 一对の基板と、前記一对の基板間に介在して前記一对の基板間に隙間を形成する複数のスペーサと、前記一对の基板間に封入された液晶とを有する液晶表示装置において、

前記スペーサの分布密度を  $n$  (個/cm<sup>2</sup>)、前記スペーサ1つあたりに  $9.8/n$  (N) の力を加えたときの変位量を  $x$  とし、前記一对の基板間の平均間隔を  $d$  とし、60℃における前記液晶の密度を  $q_{60}$  (g/cm<sup>3</sup>)、-20℃における前記液晶の密度を  $q_{-20}$  (g/cm<sup>3</sup>) としたときに、下記不等式を満たすことを特徴とする液晶表示装置。

$$x/d > (1/q_{60} - 1/q_{-20}) / (1/q_{60})$$

【請求項22】 一对の基板と、前記一对の基板間に介在して前記一对の基板間に隙間を形成する複数のスペーサと、前記一对の基板間に封入された液晶とを有する液晶表示装置において、

前記スペーサの分布密度を  $n$  (個/cm<sup>2</sup>)、前記スペーサ1つあたりに  $9.8/n$  (N) の力を加えたときの変位量を  $x$  とし、前記一对の基板間の平均間隔を  $d$  とし、60℃における前記液晶の密度を  $q_{60}$  (g/cm<sup>3</sup>)、20℃における前記液晶の密度を  $q_{20}$  (g/cm<sup>3</sup>) としたときに、下記不等式を満たすことを特徴とする液晶表示装置。

$$x/d > 2 \times (1/q_{60} - 1/q_{20}) / (1/q_{60})$$

【請求項23】 薄膜トランジスタを有する TFT 基板と、複数色のカラーフィルタを有する CF 基板と、これらの TFT 基板と CF 基板との間に封入された液晶とにより構成された液晶表示装置において、

$$x/d > 2 \times (1/q_{60} - 1/q_{20}) / (1/q_{60})$$

【請求項24】 薄膜トランジスタを有する TFT 基板と、複数色のカラーフィルタを有する CF 基板と、これらの TFT 基板と CF 基板との間に封入された液晶とにより構成された液晶表示装置において、

前記 TFT 基板は、

透明基板と、

20 前記透明基板の上に形成された前記薄膜トランジスタと、

と、

少なくとも前記薄膜トランジスタを被覆する絶縁性の最終保護膜と、

前記最終保護膜を除去した部分で前記薄膜トランジスタと電気的に接続され、画素領域上に延び出した画素電極とを有し、

前記複数色のうちの少なくとも1色の画素領域では、前記画素電極と前記透明基板との間に前記最終保護膜が介在しないことを特徴とする液晶表示装置。

30 【請求項25】 薄膜トランジスタを有する TFT 基板と、複数色のカラーフィルタを有する CF 基板と、これらの TFT 基板と CF 基板との間に封入された液晶とにより構成された液晶表示装置において、

前記 TFT 基板は、

透明基板と、

前記透明基板の上に形成された薄膜トランジスタと、

少なくとも前記薄膜トランジスタを被覆する絶縁性の最終保護膜と、

前記最終保護膜を除去した部分で前記薄膜トランジスタと電気的に接続され、画素領域上に延び出した画素電極とを有し、

40 前記画素電極と前記透明基板との間に介在する前記最終保護膜の厚さが、前記薄膜トランジスタの上の前記最終保護膜の厚さよりも薄いことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項26】 基板上に複数本のゲートバスラインを形成する工程と、

前記基板の上側全面に、前記ゲートバスラインを被覆する第1の絶縁膜を形成する工程と、

50 前記第1の絶縁膜の上に複数本のデータバスラインを形



成するとともに、各画素領域に対応して薄膜トランジスタを形成する工程と、  
前記基板の上側全面に、前記薄膜トランジスタを被覆する第2の絶縁膜を形成する工程と、  
前記薄膜トランジスタの上の前記第2の絶縁膜を選択的にエッチングして前記薄膜トランジスタの電極を露出させるとともに、前記画素領域の上の前記第2の絶縁膜をエッチングする工程と、  
前記基板の上側全面に導電膜を形成し、該導電膜をパターンニングして、各画素領域毎にそれぞれ画素電極を形成する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項26】 相互に色が異なる複数のカラーフィルタを積層して形成されたブラックマトリクスを有する第1の基板と、画素電極を有する第2の基板とをシール材で貼り合わせ、液晶注入口から前記第1の基板と前記第2の基板との間に液晶を注入した液晶表示装置において、  
前記第1の基板の前記液晶注入口に積層された複数のカラーフィルタからなる柱と、  
前記柱の上に形成されてその先端が前記第2の基板に接触したギャップ保持用スペーサとを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項27】 画素部のカラーフィルタの上に、前記ギャップ保持用スペーサと同一材料からなるドメイン規制用突起部を有することを特徴とする請求項26に記載の液晶表示装置。

【請求項28】 第1の基板上の画素部にそれぞれ赤色、緑色及び青色のカラーフィルタのいずれか1色のカラーフィルタを形成するとともに、画素間の領域及び表示領域外側の遮光領域に前記カラーフィルタのうちの2色のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスを形成し、液晶注入口となる部分に前記赤色、緑色及び青色のカラーフィルタのうちの2色以上のカラーフィルタを積層して柱を形成する工程と、  
前記画素部のカラーフィルタの上にドメイン規制用突起部を形成するとともに、前記カラーフィルタを積層してなる柱の上に第1のギャップ保持用スペーサを形成する工程と、  
前記第1のギャップ保持用スペーサの先端を第2の基板に接触させて、前記第1の基板と前記第2の基板とを接合する工程と、  
前記液晶注入口を介して前記第1の基板と前記第2の基板との間に液晶を注入する工程と、  
前記液晶注入口を封止する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項29】 基板上の画素部にそれぞれ赤色、緑色及び青色のカラーフィルタのいずれか1色のカラーフィルタを形成するとともに、画素間の領域及び表示領域外側の遮光領域に前記カラーフィルタのうちの2色のカラ

ーフィルタを積層してブラックマトリクスを形成し、液晶注入口となる部分に前記赤色、緑色及び青色のカラーフィルタのうちの2色以上のカラーフィルタを積層して柱を形成する工程と、  
前記画素部のカラーフィルタの上にドメイン規制用突起部を形成するとともに、前記カラーフィルタを積層してなる柱の上に第1のギャップ保持用スペーサを形成する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラー表示が可能であり、表示品質が優れた液晶表示装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】アクティブマトリクス型液晶表示装置は、非選択時にオフ状態となって信号を遮断するスイッチ素子を各画素に設けることによってクロストークを防止するものであり、単純マトリクス方式の液晶表示装置に比べて優れた表示特性を示す。特に、スイッチ素子としてTFT（Thin Film Transistor：薄膜トランジスタ）を使用した液晶表示装置は、TFTの駆動能力が高いので、CRT（Cathode-Ray Tube）に匹敵するほど優れた表示特性を示す。

【0003】一般的に、液晶表示装置は2枚の透明基板の間に液晶を封入した構造を有している。それらの透明基板の相互に対向する2つの面（対向面）のうち、一方の面側にはコモン電極、カラーフィルタ及び配向膜等が形成され、また他方の面側にはTFT、画素電極及び配向膜等が形成されている。更に、各透明基板の対向面と反対側の面には、それぞれ偏光板が貼り付けられている。これらの2枚の偏光板は、例えばTN（Twisted Nematic）型液晶表示装置の場合、偏光板の偏光軸が互いに直交するように配置され、これによれば、電界をかけない状態では光を透過し、電界を印加した状態では遮光するモード、すなわちノーマリーホワイトモードとなる。また、2枚の偏光板の偏光軸が平行な場合には、ノーマリーブラックモードとなる。以下、TFT及び画素電極等が形成された基板をTFT基板と呼び、コモン電極及びカラーフィルタ等が形成された基板をCF基板と呼ぶ。

【0004】近年、液晶表示装置のより一層の高性能化が要求されており、特に視角特性の改善及び表示品質の向上が強く要求されている。このような要求を満たすものとして、垂直配向（Vertically Aligned：VA）型液晶表示装置、特にMVA（Multi-domain Vertical Alignment）型液晶表示装置が有望視されている。図73は従来のMVA型液晶表示装置の一例を示す断面図である。

【0005】この液晶表示装置は、TFT基板510

と、CF基板520と、これらの基板510、520間に封入された垂直配向型液晶529とにより構成されている。また、TFT基板510の下及びCF基板520の上には、それぞれ偏光板(図示せず)が、例えば偏光軸を直交させて配置されている。TFT基板510は、以下のように形成されている。すなわち、透明ガラス基板511の上には、マトリクス状に配列された複数の画素電極516と、画素電極516に接続されたTFT(図示せず)と、そのTFTを介して画素電極516に画像データを供給するデータバスライン及びゲートバスライン(いずれも図示せず)とが形成されている。画素電極516は、ITO(indium-tin oxide:インジウム酸化スズ)等の透明導電体により形成されている。

【0006】また、画素電極516の上にはドメイン規制用突起部517が形成されている。更に、画素電極516及び突起部517の表面はポリイミド等からなる配向膜(図示せず)に覆われている。一方、CF基板520は以下のように構成されている。すなわち、ガラス基板521の下面側には、Cr(クロム)等からなるブラックマトリクス522が形成されており、このブラックマトリクス522により画素間の領域が遮光されるようになっている。また、ガラス基板521の下面側には、各画素毎に、赤色(R)、緑色(G)及び青色(B)のいずれか1色のカラーフィルタ523が形成されている。カラーフィルタ523の下にはITO等の透明導電体からなるコモン電極524が形成されている。コモン電極524の下にはドメイン規制用突起部525が形成されている。また、コモン電極524及び突起部525の表面はポリイミド等からなる配向膜(図示せず)に覆われている。

【0007】このように構成された液晶表示装置において、電圧を印加しない状態では、液晶分子529aは配向膜に垂直な方向に配向する。この場合は、TFT基板510の下側から偏光板を通して入射した光は、CF基板520の上に配置された偏光板により遮断されるため、暗表示となる。一方、画素電極516とコモン電極524との間に十分な電圧を印加すると、図74に示すように、液晶分子529aは電界に垂直な方向に配列する。この場合に、突起部517、525の両側では液晶分子529の倒れる方向が異なり、いわゆる配向分割(マルチドメイン)が達成される。この状態では、TFT基板510の下側から偏光板を通して入射した光は、CF基板520の上に配置された偏光板を通過するため、明表示となる。各画素毎に印加電圧を制御することにより、液晶表示装置に所望の画像を表示することができる。また、上述した配向分割により斜め方向の光の漏れが抑制され、視角特性が改善される。

【0008】なお、上記の例ではTFT基板510及びCF基板520にいずれも突起部を形成する場合について説明したが、図75に示すように、一方の基板の電極

(図75ではTFT基板側の画素電極)にスリット516aを設けても、同様に配向分割を達成することができる。ところで、一般的に、従来の液晶表示装置では、画素電極とコモン電極との間の隙間(セルギャップ)を一定に維持するために、直径が均一な球形又は棒状のスペーサが使用されている。スペーサは樹脂又はセラミック等により形成されており、TFT基板510とCF基板520とを貼り合わせるときに、いずれか一方の基板の上に散布される。従って、画素電極とコモン電極との間のセルギャップは、スペーサの直径により決定される。

【0009】なお、特開平10-68955公報及び特開平11-264968号公報には、球形又は棒状のスペーサに起因するセルギャップの不均一等の不具合の発生を回避するために、フォトレジストを使用して形成した柱状の部材をスペーサとして使用することが記載されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の液晶表示装置では、表示品質が十分でなく、より一層の改善が望まれている。本発明は、従来に比べてより良好な表示品質が得られる液晶表示装置、その製造方法、カラーフィルタ基板及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願請求項1に記載の液晶表示装置は、一対の基板間に垂直配向型液晶(ネガ型液晶)を封入した垂直配向型液晶表示装置において、前記一対の基板の少なくとも一方に形成されてセルギャップを一定に維持するセルギャップ調整用スペーサと、前記スペーサが形成された基板側に、前記スペーサと同一材料により同一工程で形成された、前記スペーサよりも高さが低いドメイン規制用突起部とを有することを特徴とする。

【0012】本発明においては、セルギャップを一定に維持するためのスペーサと、該スペーサよりも高さが低いドメイン規制用突起部とを有し、これらのスペーサ及び突起部が同一材料により同一工程で形成されている。これらのスペーサ及び突起部は、例えば請求項2及び請求項3に記載のように、基板上にフォトレジスト膜を形成し、そのフォトレジスト膜のスペーサ形成領域と突起部形成領域とを異なる光量で露光した後、現像処理することにより形成する。この場合、スペーサ形成領域と突起部形成領域との露光量が異なるので、レジスト膜厚が相互に異なるスペーサ及び突起部を同時に形成することができる。

【0013】また、請求項5及び請求項6に記載のように、スペーサ形成用パターンの幅に比べて突起部形成用パターンの幅を狭くし、露光後にポストバークを行ってレジスト(樹脂)をリフローさせることによって、スペーサと、該スペーサよりも高さが低い突起部とを同時に形成することもできる。本願請求項8に記載の液晶表

示装置は、基板上に赤色、緑色及び青色のうちのいずれか2色以上のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスとする液晶表示装置において、上層のカラーフィルタのエッジにより、赤色画素、緑色画素及び青色画素のうちのいずれか2以上の画素のエッジを決定する構造を有することを特徴とする。

【0014】一般的に、液晶表示装置のカラーフィルタは、顔料分散樹脂を使用したフォトレジストを使用して形成される。この場合、カラーフィルタをパターンニングするための露光工程で、露光機のステージに存在する溝等からの反射光の影響により、カラーフィルタのエッジの位置がずれてしまうことがある。ブラックマトリクスをCr等の金属膜や黒色樹脂により形成する一般的な液晶表示装置の場合は、画素のエッジがブラックマトリクスのエッジにより決定されるが、2色以上のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスとする液晶表示装置においては、露光装置のステージからの反射光によるカラーフィルタのエッジの位置ずれにより画素のエッジの位置が変化して、表示不良の原因となる。

【0015】この場合、上記のように、基板上の上層(2層目又は3層目)のカラーフィルタのエッジにより、赤色画素、緑色画素及び青色画素のうちのいずれか2以上の画素のエッジを決定する構造とすることにより、露光装置のステージからの反射光の影響を低減することができる。すなわち、2色以上のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスとする場合、1層目のカラーフィルタ(一般的には青色カラーフィルタ)により画素のエッジを決めている。しかしながら、1層目のカラーフィルタは、露光時にステージからの反射光の影響を受けやすく、エッジの位置ずれが発生しやすい。

【0016】しかし、2層目又は3層目のカラーフィルタのエッジにより画素のエッジを決めるようにすれば、ステージからの反射光は1層目のカラーフィルタにより吸収されるので、画素部のエッジの位置ずれが発生しにくくなる。但し、製造上の都合により1つの色の画素のエッジを1層目のカラーフィルタのエッジで決める場合は、当該画素の周囲のブラックマトリクスを、OD(オプティカル密度)値の小さいカラーフィルタの組み合わせ、すなわち、赤色カラーフィルタと緑色カラーフィルタの積層、又は緑色カラーフィルタと青色カラーフィルタとの積層により形成することが好ましい。なお、OD値は、 $OD値 = -\log(出射強度/入射強度)$ で定義される。

【0017】また、基板としてUV吸収能力が高いアクリル樹脂の板を使用したり、ガラス基板の表面上にUV吸収能力が高いアクリル樹脂等の皮膜を形成することが好ましい。これにより、露光機のステージからの反射光に起因する表示むらをより一層低減することができる。更に、1層目又は2層目のカラーフィルタ中に、紫外線を吸収しやすい材料(例えば、HALS(ヒンダードア

ミンライトスラビライザー等)を添加してもよい。

【0018】本願請求項12に記載の液晶表示装置は、第1のスペーサと、それよりも高さが低い第2のスペーサが設けられており、通常時においては第1のスペーサによりセルギャップが決定される。液晶表示装置に加えられる圧力が比較的低いときは、第1のスペーサのみに圧力が加かって、第1のスペーサが弾性変形する。すなわち、温度による液晶の熱膨張や熱収縮に対応して第1のスペーサが弾性変形し、セルギャップが変化するの

10 で、液晶表示装置内に気泡が発生したり、スペーサと基板との間が離れることに起因するセルギャップのばらつき等の不具合が防止される。

【0019】また、過剰な圧力が印加された場合は、第1のスペーサに加えて第2のスペーサが他方の基板に接触し、圧力が広い範囲に分散される。これにより、過剰な圧力によるスペーサの塑性変形や、画素電極と共通電極との短絡等の不具合が回避される。前記第1のスペーサ及び第2のスペーサは、圧縮変位が異なる材料から形成されていることが好ましい。例えば、第1のスペーサを圧縮変位が大きい(弾性力が大きい)材料により形成し、第2のスペーサを圧縮変位が小さい(弾性力が小さい)材料により形成することにより、上記の効果がより一層大きくなる。

【0020】また、セルギャップを決定するスペーサが、圧縮変位が異なる複数の膜を積層して構成された構造を有するものであっても、上記と同様の効果が得られる。上記した第1のスペーサ及び第2のスペーサは、例えばフォトレジスト膜を使用して形成することができる。この場合、例えば第1のスペーサを形成するためのフォトレジスト膜の厚さを厚くし、第2のスペーサを形成するためのフォトレジスト膜の厚さを薄くすることにより、高さが異なるスペーサを形成することができる。

【0021】また、垂直配向型液晶表示装置の場合は、基板上にドメイン規制用の突起部を形成することがあるが、その突起部を形成するためのフォトレジスト膜を使用して、高さが異なるスペーサを容易に形成することができる。すなわち、第1のフォトレジスト膜を使用して突起部を形成する際に、高さが高いスペーサ(第1のスペーサ)を形成する部分にも第1のフォトレジスト膜を残す。その後、基板の上側全面に第2のフォトレジスト膜を形成し、第1のスペーサ形成部及び高さが低いスペーサを形成する部分(第2のスペーサ形成部)に第2のフォトレジスト膜を残して、他の部分の第2のフォトレジスト膜を除去する。これにより、第1のフォトレジスト膜の厚さに相当する分だけ高さが異なる2種類のスペーサを形成することができる。

【0022】また、カラーフィルタを形成する際に、高さが高いスペーサを形成する部分にもカラーフィルタを形成し、高さが低いスペーサを形成する部分にはカラーフィルタを形成しないで、これらの間に段差を設けてお

く。その後、基板の上側全面にレジスト膜を形成し、スペーサ形成部を残して他の部分のレジスト膜を除去する。これにより、カラーフィルタの厚さに相当する分だけ高さが異なる 2 種類のスペーサを形成することができる。

【0023】本願請求項 21 に記載の液晶表示装置は、スペーサの分布密度を  $n$  (個/cm<sup>2</sup>)、前記スペーサ

$$x/d > (1/q_{s0} - 1/q_{s20}) / (1/q_{s0}) \quad \cdots (1)$$

液晶表示装置内に封入された液晶は、温度に応じて膨張又は収縮する。セルギャップを決めるスペーサに弾力性がないとすると、液晶が膨張したときに、スペーサの先端が基板から離れてセルギャップのぼらつきが発生し、表示むらの原因となる。また、液晶が収縮したときには、液晶の圧力低下により気泡が発生して、表示品質が著しく低下することがある。従って、スペーサには、温度変化による液晶の膨張又は収縮に対応できる程度の弾力性(伸縮性)が要求される。

【0025】本願発明者らの種々の実験の結果、上記の

$$x/d > 2 \times (1/q_{s0} - 1/q_{s20}) / (1/q_{s0}) \quad \cdots (2)$$

本願請求項 23 に記載の液晶表示装置は、薄膜トランジスタを有する TFT 基板と、複数色のカラーフィルタを有する CF 基板と、これらの TFT 基板と CF 基板との間に封入された液晶とにより構成された液晶表示装置において、前記 TFT 基板は、透明基板と、前記透明基板の上に形成された前記薄膜トランジスタと、少なくとも前記薄膜トランジスタを被覆する絶縁性の最終保護膜と、前記最終保護膜を除去した部分(例えば、コンタクトホール)で前記薄膜トランジスタと電気的に接続され、画素領域上に延び出した画素電極とを有し、前記複数色のうちの少なくとも 1 色の画素領域では、前記画素電極と前記透明基板との間に前記最終保護膜が介在しないことを特徴とする。

【0027】本発明においては、画素電極と透明基板との間に最終保護膜が介在しない。これにより、画素電極とコモン電極との間の間隔(セルギャップ)が最終保護膜の分だけ大きくなり、スペーサの高さを低くしても、所定のセルギャップを維持することができる。また、例えば複数色のうちの 1 色の画素領域のみにおいて画素電極と透明基板との間に最終保護膜を介在させず、他の画素領域では画素電極と透明基板との間に最終保護膜を介在させてもよい。これにより、色毎にセルギャップが異なる、いわゆるマルチセルギャップが達成される。

【0028】請求項 24 に記載の液晶表示装置は、画素電極と透明基板との間に介在する最終保護膜の厚さが、薄膜トランジスタの上の最終保護膜よりも薄くなっている。この場合も、上記と同様の効果が得られる。また、画素の色に応じて最終保護膜の厚さを調整することにより、色毎にセルギャップを最適化することができる。これにより、表示品質が向上する。

【0029】請求項 25 に記載の液晶表示装置の製造方

1 つあたりに  $9.8/n$  (N) の力を加えたときの変位量を  $x$  とし、前記一対の基板間の平均間隔を  $d$  とし、60℃における前記液晶の密度を  $q_{s0}$  (g/cm<sup>3</sup>)、-20℃における前記液晶の密度を  $q_{s20}$  (g/cm<sup>3</sup>) としたときに、前記スペーサの荷重に対する変位量が下記(1)式に示す不等式を満たすことを特徴とする。

【0024】

(1) 式を満たすようにスペーサの材質又は密度等を設定することにより、液晶の膨張又は収縮に起因する表示不良を防止することができることが判明している。但し、温度が低くなると液晶の粘度が著しく高くなったため、相転移が生じるため、液晶の密度を確定することができないことがある。20℃における液晶の密度  $q_{s20}$  が確定できる場合は、下記(2)式に示す不等式を満たすように、スペーサの材質及び密度を設定してもよい。

【0026】

法では、基板の上に第 1 の絶縁膜、薄膜トランジスタ及び第 2 の絶縁膜を形成した後、第 2 の絶縁膜にコンタクトホールを形成するとともに、画素領域上の第 2 の絶縁膜、又は第 2 の絶縁膜と第 1 の絶縁膜をエッチングする。このエッチングにより画素領域上の絶縁膜(第 1 の絶縁膜及び第 2 の絶縁膜)の厚さが薄くなり、又絶縁膜が除去されて、セルギャップが大きくなる。また、画素色に応じて第 2 の絶縁膜又は第 2 の絶縁膜と第 1 の絶縁膜のエッチング量を調整することにより、色毎にセルギャップを最適化することができる。

【0030】この場合に、樹脂等を材料として第 2 の絶縁膜を厚く形成し、薄膜トランジスタの上に残存する第 2 の絶縁膜をスペーサ(セルギャップ調整用スペーサ)として使用することにより、製造工程が簡略化される。請求項 26 に記載の液晶表示装置は、相互に色が異なる複数のカラーフィルタを積層して形成されたブラックマトリクスを有する第 1 の基板と、画素電極を有する第 2 の基板とをシール材で貼り合わせ、液晶注入口から前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に液晶を注入した液晶表示装置において、前記第 1 の基板の前記液晶注入口に積層された複数のカラーフィルタからなる柱と、前記柱の上に形成されてその先端が前記第 2 の基板に接触したギャップ保持用スペーサとを有することを特徴とする。

【0031】2 色以上のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスとする液晶表示装置では、ブラックマトリクスの厚さが必然的に厚くなり、基板間の隙間(ギャップ)が狭くなる。このため、液晶の注入に要する時間がかかるようになる。また、フォトリソを使用してセルギャップ調整用スペーサを形成するときに、表示領域の外側にギャップ保持用スペーサを形成しないと、基

板間の隙間が一定とならないため、液晶注入時間のばらつきが大きくなり、注入不足による気泡の発生や、注入過多によるセルギャップの増大等の不具合が発生する。

【0032】そこで、本発明においては、液晶注入口となる部分に、隙間を一定に保持するためのスペーサ（ギャップ保持用スペーサ）を形成する。このスペーサにより、液晶注入口の隙間が一定に保持されるので、液晶注入時間のばらつきが回避され、気泡の発生やセルギャップの増大等の不具合が防止される。請求項 28 に記載の液晶表示装置の製造方法は、第 1 の基板上の画素部にそれぞれ赤色、緑色及び青色のカラーフィルタのいずれか 1 色のカラーフィルタを形成するとともに、画素間の領域及び表示領域外側の遮光領域に前記カラーフィルタのうちの 2 色のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスを形成し、液晶注入口となる部分に前記赤色、緑色及び青色のカラーフィルタのうちの 2 色以上のカラーフィルタを積層して柱を形成する工程と、前記画素部のカラーフィルタの上にドメイン規制用突起部を形成するとともに、前記液晶注入口となる部分に積層されたカラーフィルタからなる柱の上に第 1 のギャップ保持用スペーサを形成する工程と、前記第 1 のギャップ保持用スペーサの先端を第 2 の基板に接触させて、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを接合する工程と、前記液晶注入口を介して前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に液晶を注入する工程と、前記液晶注入口を封止する工程とを有することを特徴とする。

【0033】このように、液晶注入口となる部分に、赤色、緑色及び青色のカラーフィルタのうちの少なくとも 2 色以上のカラーフィルタを積層して柱を形成し、その上にギャップ保持用スペーサを表示領域のドメイン規制用突起部と同時に形成することにより、液晶注入口の部分の隙間を一定に維持することができる。また、製造工程数の増加も回避できる。

【0034】液晶注入口の部分の第 1 のギャップ保持用スペーサの高さ（基板表面からの高さ）を、表示領域内のセルギャップ調整用スペーサの高さ（基板表面からの高さ）よりも高くすることが好ましい。これにより、液晶注入口の部分のギャップが大きくなり、液晶の注入時間を短縮することができる。また、液晶注入口の封止には一般的に UV（紫外線）硬化型樹脂が使用されるが、この種の UV 硬化型樹脂は硬化時に収縮するという性質がある。従って、液晶注入口の部分の第 1 のギャップ保持用スペーサの高さを、表示領域内のセルギャップ調整用スペーサの高さよりも高くしておくと、UV 硬化型樹脂の硬化時に液晶注入口の部分の第 1 及び第 2 の基板間のギャップが狭くなり、液晶パネル全体にわたってセルギャップが均一になる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

（第 1 の実施の形態）図 1 は本発明の第 1 の実施の形態の液晶表示装置の断面図、図 2 は同じくその液晶表示装置のスペーサ形成部を拡大して示す図、図 3 は同じくその液晶表示装置の TFT 基板を示す平面図、図 4 は同じくその液晶表示装置の CF 基板を示す平面図である。なお、図 1、図 2 は、図 4 の矢印 A で示す線的位置における断面である。

【0036】本実施の形態の液晶表示装置は、TFT 基板 10 と CF 基板 20 との間に垂直配向型液晶（ネガ型液晶）29 を封入した構造を有している。また、TFT 基板 10 の下側及び CF 基板 20 の上側にはそれぞれ偏光板（図示せず）が配置されている。これらの偏光板は、偏光軸が相互に直交するように配置されている。TFT 基板 10 は、ガラス又はプラスチック等の透明材料からなる基板（以下、単に「ガラス基板」という）11 と、このガラス基板 11 の上面側に形成された画素電極 16a、絶縁膜 13、15 及び配向膜 17 等により構成される。すなわち、ガラス基板 11 の下面側には、図 3 に示すように、複数本のゲートバスライン 12a が相互に平行に形成されている。また、各ゲートバスライン 12a の間には、それぞれ補助容量バスライン 12b が形成されている。これらのゲートバスライン 12a 及び補助容量バスライン 12b は、ガラス基板 11 の上面側に形成された絶縁膜（ゲート絶縁膜）13 に被覆されている（図 2 参照）。この絶縁膜 13 の上には、TFT 18 の活性層となるシリコン膜 18a が選択的に形成されている。このシリコン膜 18a は、アモルファスシリコン又はポリシリコンからなる。

【0037】シリコン膜 18a は図示しない絶縁膜により覆われており、その絶縁膜の上には複数本のデータバスライン 14a、TFT 18 のソース電極 18b 及びドレイン電極 18c が形成されている。データバスライン 14a は、ゲートバスライン 12a と直角に交差するように配置されている。また、ゲートバスライン 12a とデータバスライン 14a とにより区画された矩形的領域がそれぞれ画素となる領域である。

【0038】これらのデータバスライン 14a、ソース電極 18b 及びドレイン電極 18c は、絶縁膜（最終保護膜）15 により覆われている。そして、この絶縁膜 15 の上には、ITO からなる画素電極 16a が、画素毎に 1 つずつ形成されている。この画素電極 16a は、絶縁膜 15 に形成されたコンタクトホールを介してソース電極 18b と電氣的に接続されている。

【0039】画素電極 16a には、図 3 に示すジグザグ状の一点鎖線に沿ってスリット 16b が形成されている。また、ガラス基板 11 の上側全面には垂直配向膜 17 が形成されており、この垂直配向膜 17 により画素電極 16a の表面が覆われている。一方、CF 基板 20 は、ガラス基板 21 と、ガラス基板 21 の下面側に形成されたブラックマトリクス 22、カラーフィルタ 23

R、23G、23B、コモン電極24、スペーサ25a、突起部25b及び垂直配向膜26等により構成される。すなわち、図2に示すように、ガラス基板21の下面上には、クロム(Cr)の薄膜からなるブラックマトリクス22が形成されている。このブラックマトリクス22は、図4に示すように、TFT基板20のゲートバスライン12a、データバスライン14a、補助容量バスライン12b及びTFT18を覆う形状に形成されている。

【0040】また、ガラス基板21の下面側には、赤(R)、緑(G)及び青(B)のカラーフィルタ23R、23G、23Bが形成されている。これらのカラーフィルタ23R、23G、23BはTFT基板10の画素電極16aに対向する位置に配置され、1つの画素電極16aに赤、緑又は青のカラーフィルタ23R、23G、23Bのうちのいずれか1つが対応している。

【0041】ブラックマトリクス22及びカラーフィルタ23R、23G、23Bの下側には、ITOからなるコモン電極24が形成されている。また、このコモン電極24の下側には、セルギャップ調整用のスペーサ25aとドメイン規制用の突起部25bとが形成されている。突起部25bは、図4に示すようにジグザグ形状に形成されており、スペーサ25aはゲートバスライン12aとデータバスライン14aとが交差する位置の近傍に配置されている。スペーサ25aの高さ(コモン電極表面からの高さ)は約4.0 $\mu$ mであり、絶縁性樹脂により形成されている。また、突起部25bの高さ(コモン電極表面からの高さ)は約1.5 $\mu$ mであり、後述するように、スペーサ25aと同一材料により同時に形成される。なお、図4において、一点鎖線はTFT基板10の画素電極16aに設けられたスリット16bの位置を示している。コモン電極24の下には垂直配向膜26が形成されており、スペーサ25a及び突起部25bの表面はこの垂直配向膜26に覆われている。

【0042】本実施の形態においては、CF基板20側の突起部25bは約1.5 $\mu$ mの高さに形成されており、スペーサ25aは約4.0 $\mu$ mの高さに形成されている。そして、図1に示すように、スペーサ25aの先端部分がTFT基板10に接触し、セルギャップを一定に維持している。このため、本実施の形態では、従来必要とされていた球形又は棒状のスペーサが不要であり、スペーサを散布する工程を削減できる。また、所定の位置に形成されたスペーサ25aによりTFT基板10側の画素電極16aとCF基板20側のコモン電極24との間隔を一定に維持できるので、画素電極16aとコモン電極24との短絡を確実に回避することができる。更に、従来の液晶表示装置のように球形又は棒状のスペーサを使用した場合は、スペーサの近傍では液晶分子がスペーサの表面に沿って配向してしまうため、配向が乱れて表示不良の原因となることがあるが、本実施の形態で

は、球形又は円柱形のスペーサを使用しないので、良好な表示品質が得られる。

【0043】更にまた、本実施の形態においては、TFT基板10側の画素電極16aに設けられたスリット16bとCF基板20側に設けられた突起部25bとにより配向分割が達成されるので、良好な視角特性及びコントラスト特性が得られる。また、本実施の形態においては、CF基板20側に設けられたスペーサ25aによりセルギャップを一定に維持する。このスペーサ25aはコモン電極24上に固定されており、振動や衝撃によりセルギャップが変化することがない。従って、スペーサの移動に起因する表示品質の劣化が回避される。

【0044】以下、第1の実施の形態の液晶表示装置の製造方法について説明する。図5～図9は本実施の形態の液晶表示装置のCF基板の製造方法を工程順に示す図である。まず、図5(a)に示すように、透明基板21の一方の面(図では上面)に低反射Cr(クロム)膜を形成し、その上にノボラック系のポジ型フォトリソレジストを塗布する。そして、このフォトリソレジストを所定のマスクを用いて選択的に露光した後、現像処理を施して所定の領域にのみCr膜を残す。これにより、Cr膜からなるブラックマトリクス22が形成される。

【0045】次に、基板21の上側全面に感光性の顔料分散タイプの赤色レジストを塗布し、露光及び現像処理を施して、図5(b)に示すように、赤色画素部に厚さが約1.5 $\mu$ mの赤色カラーフィルタ23Rを形成する。次に、基板21の上側全面に感光性の顔料分散タイプの緑色レジストを塗布し、露光及び現像処理を施して、図5(c)に示すように、緑色画素部に厚さが約1.5 $\mu$ mの緑色カラーフィルタ23Gを形成する。

【0046】次に、基板21の上側全面に感光性の顔料分散タイプの青色レジストを塗布し、露光及び現像処理を施して、図6(a)に示すように、青色画素部に厚さが約1.5 $\mu$ mの青色カラーフィルタ23Bを形成する。次に、図6(b)に示すように、基板21の上側全面にITOを約0.15 $\mu$ mの厚さに成膜して、コモン電極24を形成する。

【0047】次に、図6(c)に示すように、スパインコート法により、コモン電極24の上にポジ型感光性ノボラック系レジスト25を約4.0 $\mu$ mの厚さに塗布した後、プリベークする。次に、図7(a)の模式図に示すように、スペーサ形成部及び突起形成部を遮光する大型マスク27を使用して、レジスト25をプロキシミティ露光する。このときの露光量は、レジスト25の露光部分が、現像処理後に残らない程度とすることが必要である。なお、図7(a)において、レジスト25中の網掛けは露光された部分を示す。また、図7(a)においては、ブラックマトリクス22及びカラーフィルタ23R、23G、23Bの図示を省略している。

【0048】次に、図7(b)の模式図で示すように、

スペーサ形成部を遮光する大型マスク28を使用して、レジスト25をプロキシミティー露光する。このときの露光量は、レジスト25の露光部分(突起形成部)が、現像処理後に1.5 $\mu$ mの厚さに残る程度とする。次いで、濃度が2.2%のTMAH(テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド)アルカリ現像液を使用してレジスト25をシャワー現像する。これにより、図8

(a)に示すように、レジスト25から、高さが異なるスペーサ25a及び突起部25bが同時に形成される。その後、基板21をクリーンオープンに入れて、200℃の温度で1時間程度ポストバークする。これにより、レジスト樹脂が軟化して、図8(b)に示すように、スペーサ25a及び突起部25bの形状が若干変化する。ポストバーク後のCF基板20の断面を図9に示す。

【0049】その後、基板21の上側全面に配向膜26(図2参照)を形成し、この配向膜26によりコモン電極24、スペーサ25a及び突起部25bの表面を覆う。これにより、CF基板が完成する。一方、TFT基板10は、公知の方法により形成する。すなわち、ガラス基板11上にゲートバスライン12a及び蓄積容量バスライン12bを形成し、その上に絶縁膜(ゲート絶縁膜)13を形成する。その後、絶縁膜13上に、TFT18の活性層となるシリコン膜18aを形成し、更にデータバスライン14a、TFT18のソース電極18b及びドレイン電極18cを形成する(図2、図3参照)。

【0050】次いで、ガラス基板11の上側全面に絶縁膜(最終保護膜)15を形成し、その上にITOからなる画素電極16aを形成する。このとき、画素電極16aには、図3に示すようにジグザグ状の線に沿ってスリット16bを形成する。その後、基板11の上側全面に配向膜17を形成し、この配向膜17により画素電極16aの表面を覆う。これにより、TFT基板10が完成する。

【0051】このようにして形成したTFT基板10及びCF基板20を、図1、図2に示すように、配向膜17、26が形成された面を相互に対向させ、スペーサ25aの先端部が画素間の領域(ゲートバスラインとデータバスラインとが交差する部分)に接触するように配置する。そして、TFT基板10又はCF基板20の少なくとも一方の基板の表示領域の外側にシール材を塗布し、このシール材によりTFT基板10とCF基板20とを接合する。その後、TFT基板10とCF基板20との間の空間内に液晶を注入し、液晶注入口を樹脂で封止する。これにより、液晶表示装置が完成する。

【0052】本実施の形態では、図7に示すように、フォトリソ25を露光及び現像処理してスペーサ25aを形成するので、スペーサ25aの高さが均一であり、かつ所定の位置に配置することができる。従って、本実施の形態では、球形又は棒状のスペーサを散布する

従来の方法に比べて、ドメイン規制用突起部25bを有するにもかかわらず、表示領域の全体にわたってセルギャップを一定に維持することができるという利点がある。このため、従来に比べて表示品質が向上する。また、本実施の形態においては、コモン電極24がスペーサ25aよりも基板21側に形成されているので、コモン電極24と画素電極16aとの間隔が大きく、短絡不良のおそれが少ない。

【0053】更に、本実施の形態においては、2種類のマスク27、28を使用し、レジスト25を2回露光することにより、高さが異なるスペーサ25aと突起部25bとを同時に形成するので、製造工程数の増加が回避される。これにより、視角特性が優れた液晶表示装置を容易に製造することができる。なお、上記のように、スペーサ25a及び突起部25bの形成にポジ型レジストを用いる場合は、露光エネルギー(露光時間)に対するレジスト現像時の膜減りを緩やかにするために、露光時間(必要露光量)や分子量の大きいポジレジストを用いることが好ましい。また、プリバーク温度を上げたり、現像液の濃度を下げること、現像時の膜減り(単位時間当りのレジスト膜厚の減少率)を緩やかにするために効果的である。

【0054】更に、上記の例ではスペーサ25a及び突起部25bを形成するための材料としてノボラック系レジストを使用した。これに限定されるものではなく、スペーサ25a及び突起部25bの材料として、アクリル系樹脂レジスト又はエポキシ系樹脂レジストを使用してもよい。また、ポジ型ではなく、ネガ型感光性レジストを使用してもよい。

【0055】更にまた、上記の例ではCF基板20側にスペーサ25a及び突起部25bを形成する場合について説明したが、TFT基板側にスペーサ及び突起部を形成してもよい。この場合は、CF基板20側のコモン電極24にスリット又は突起を形成する。

(第2の実施の形態)以下、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、第2の実施の形態が第1の実施の形態と異なる点は、CF基板20のスペーサ25a及び突起部25bの形成方法が異なることにあり、その他の構成は基本的に第1の実施の形態と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。

【0056】図10～図14は第2の実施の形態の液晶表示装置のCF基板の製造方法を示す図である。図10はマスクの遮光パターンと画素との位置関係を示す図であり、図11は形成後のスペーサ25a及び突起部25bのパターンを示す図、図12(a)はスペーサ25aの形成部(図11のB-B線)における断面図、図12(b)は突起部25bの形成部(図11のC-C線)における断面図である。また、図13は図11のC-C線の位置で製造方法を示す断面図、図14は図11のB-B線の位置で製造方法を示す断面図である。これらの図



12～図14において、第1の実施の形態と同一物には同一符号を付している。

【0057】まず、図13、図14に示すように、第1の実施の形態と同様にしてガラス基板21上にブラックマトリクス22、カラーフィルタ23R、23G、23B及び共通電極24を形成した後、スピンコート法により、共通電極24の上にポジ型ノボラック系レジスト25を約4.0μmの厚さに塗布し、プリベークする。

【0058】次に、レジスト25をプロキシミティ露光するが、ここでは、図10(a)に示すように、突起部用遮光パターン(ジグザグパターン)31a及びスペーサ用遮光パターン(矩形パターン)31bが形成されているマスク31を使用する。このマスク31には、横方向に並ぶRGBの3画素を1つの単位とし、横方向に並ぶ3単位分の画素領域のうち、2単位分の画素領域に対応する部分に6本の同一形状の突起部用遮光パターン31aが設けられており、残りの1単位分の画素領域に対応する部分(図10に破線で示す部分)には突起部用遮光パターン31aが設けられていない。また、スペーサ用遮光パターン31bは、3画素に1つの割合で、データバスラインとゲートバスラインとが交差する領域に対応する部分に配置されている。

【0059】まず、図10(a)、図13(a)、図14(a)に示すように、マスク31を位置決めして、1回目の露光を行う。このとき、レジスト膜厚4μmに対する通常の露光量の1/3で露光する。図13、図14中の網掛けは、露光された部分を示している。なお、通常の露光量とは、露光部分が現像処理後に残らない露光量をいう。

【0060】次に、図10(b)、図13(b)、図14(b)に示すように、所定の方向(図10(b)中に矢印で示す方向)にマスク31を3画素分ずらして、通常の露光量の1/3で2回目の露光を行う。この場合、スペーサ形成部はいずれもマスク31の遮光パターン31bにより遮光されている。更に、図10(c)、図13(c)、図14(c)に示すように、所定の方向(図10(c)中に矢印で示す方向)にマスク31を3画素分ずらして、通常の露光量の1/3で3回の露光を行う。この場合も、スペーサ形成部はいずれもマスク31の遮光パターン31bにより遮光されている。また、突起部を形成する部分には、いずれも通常の露光量の1/3が照射される。

【0061】次いで、レジスト25に現像処理を施す。このとき、突起部を形成する領域には通常の露光量の1/3の光量で露光され、スペーサを形成する領域は露光されていないので、図12(a)、(b)に示すように、現像後の厚さ(高さ)に差が生じる。このようにして、ガラス基板21の上に、高さが異なるスペーサ25a及び突起部25bを同時に形成することができる。

現像処理後は、第1の実施の形態と同様に、ポストベークを行う。その後、ガラス基板21の上側全面に配向膜を形成する。これにより、CF基板20が完成する。

【0062】本実施の形態においては、第1の実施の形態と同様の効果が得られるのに加えて、スペーサ25a及び突起部25bを形成するためのマスクが1枚ですむという利点がある。なお、上記の例では、厚さが4.0μmの場合に、現像後の膜厚が1.5μmとなる露光量が通常の露光量の1/3となるレジストを用いた場合について説明したが、例えば通常の露光量の1/2で現像後の膜厚が1.5μmとなるレジストの場合は、図15に示すように、2単位分の画素領域のうち1単位分の画素領域に対応する領域に突起部形成用の遮光パターン31aが設けられており、他方の画素領域に対応する領域には遮光パターンが設けられていないマスクを使用すればよい。そして、1回目の露光を行った後、マスクを3画素分移動させて2回目の露光を行い、その後現像処理を施す。このように、本実施の形態においては、使用するレジストの特性に応じて、使用するマスクと露光回数とを適宜設定する。

【0063】(第3の実施の形態)以下、本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、第3の実施の形態が第1の実施の形態と異なる点は、CF基板20のスペーサ25a及び突起部25bの形成方法が異なることにあり、その他の構成は基本的に第1の実施の形態と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。

【0064】図16～図18は第3の実施の形態の液晶表示装置のCF基板の製造方法を示す模式図である。図16は露光工程における模式的断面図、図17は突起部形成用パターンの平面図、図18は露光工程における突起部形成領域の模式的断面拡大図である。なお、図16、図18においては、基板21上に形成されたブラックマトリクス22、カラーフィルタ23R、23G、23B及び共通電極24の図示を省略している。

【0065】まず、第1の実施の形態と同様にしてガラス基板21上にブラックマトリクス22、カラーフィルタ23R、23G、23B及び共通電極24を形成した後、スピンコート法により、共通電極24の上にポジ型ノボラック系レジスト25を約4.0μmの厚さに塗布し、プリベークする。次に、レジスト25をプロキシミティ露光するが、ここでは、図16に示すように、スペーサ形成部と突起形成部とで光透過率(遮光量)が異なる遮光パターンを有するマスク32を使用する。すなわち、マスク32には、光をほぼ100%遮光するスペーサ形成用パターンと、光を1/2～1/10程度透過する突起部形成用パターンとが設けられている。例えば、スペーサ形成用パターン及び突起部形成用パターンは、いずれもCr膜をパターンニングして形成されており、突起部形成用パターンには、図17に示すよ



うに、解像度の限界値以下の小さな開口部 32a が多数設けられている。この場合、開口部 32a の密度や開口面積を調整することにより、光透過率を制御することができる。

【0066】このようなマスク 32 を使用してレジスト 25 を露光した後、現像処理を施すと、スペーサ形成部ではレジスト 25 が露光されていないため、レジストが厚く残る。一方、突起形成部では、レジスト 25 が通常の露光量よりも少ない露光量で露光されているので、基板 21 上にレジストは残るものの、スペーサ形成部よりもレジスト 25 の厚さは小さくなる。

【0067】このようにして、1 回の露光及び現像処理により、高さが異なるスペーサ 25a と突起部 25b とを同時に形成することができる。その後、第 1 の実施の形態と同様にポストベーキングを行った後、ガラス基板 21 の上側全面に配向膜を形成する。これにより CF 基板 20 が完成する。本実施の形態においては、第 1 の実施の形態と同様の効果が得られるのに加えて、スペーサ 25a 及び突起部 25b を形成するための露光工程及び現像処理工程がいずれも 1 回ですむので、製造時間の短縮化が図れるという利点がある。

【0068】なお、上記の実施の形態では突起部形成用パターンとして開口部 32a を有するパターンを使用するので、現像後に残ったレジスト（突起部 25b）の表面に凹凸が生じることが考えられる。しかしながら、現像後に実施するポストベーク工程時の熱によりレジストが軟化（リフロー）して表面がなだらかになる。これにより、突起部 25b の表面の凹凸に起因する液晶分子の配向異常が回避される。

【0069】また、上記の実施の形態では突起部形成用パターンとして微細な開口部 32a を有するパターンを使用した。図 19 に示すように、マスク 33 の上又は下側に、UV 耐性のある透過率の低い材料からなる突起部形成用パターン 33a を形成し、突起形成部の露光量を調整するようにしてもよい。突起部形成用パターン 33a の材料としては、例えばカラーフィルタの形成に使用するものと同様の感光性アクリル樹脂に顔料を混ぜて、i 線（波長：365 nm）透過率を 25% にコントロールしたものを使用することができる。

【0070】この場合は、以下のようにしてマスク 33 を形成する。すなわち、Cr 膜をエッチングしてスペーサ用遮光パターン 33b を形成したマスク 33 の表面に、顔料を含有した感光性アクリル樹脂を塗布する。そして、突起部形成用パターンが設けられたマスクを使用して感光性アクリル樹脂を露光して突起部形成用パターンを転写する。その後、露光、現像及びポストベークを実施することにより、スペーサ形成用パターン 33b 及び突起部形成用パターン 33a を有するマスク 33 を形成する。このようにして、光をほぼ 100% 遮光するスペーサ形成用パターン 33b と、i 線透過率が 25% の

レジストからなる突起部形成用パターン 33a とを有するマスク 33 を形成することができる。

【0071】ここでは、突起部形成用パターン 33a の光透過率を 25% としたが、レジストの種類や突起部の高さ等に応じて突起部形成用パターン 33a の光透過率は適宜調整する。

（第 4 の実施の形態）以下、本発明の第 4 の実施の形態について説明する。なお、第 4 の実施の形態が第 1 の実施の形態と異なる点は、CF 基板 20 のスペーサ 25a 及び突起部 25b の形成方法が異なることにあり、その他の構成は基本的に第 1 の実施の形態と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。

【0072】図 20、図 21 は、第 4 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図である。図 20 は露光工程における模式的断面図、図 21 は同じくその突起部形成領域の拡大図である。なお、図 20、図 21 において、ガラス基板 21 上に形成されたブラックマトリクス 22、カラーフィルタ 23R、23G、23B 及びコモン電極 24 の図示を省略している。

【0073】まず、第 1 の実施の形態と同様にしてガラス基板 21 上にブラックマトリクス 22、カラーフィルタ 23R、23G、23B 及びコモン電極 24 を形成した後、スピコート法により、コモン電極 24 の上にポジ型ノボラック系レジスト 25 を約 4.0 μm の厚さに塗布し、プリベークする。次に、マスク 34 を用いてプロキシミティー露光を行う。マスク 34 には、幅が 10 μm の突起部形成用パターン 34a と、幅が 20～35 μm のスペーサ形成用パターン 34b とが設けられている。

【0074】本実施の形態では、回折光により回り込み量が多くなるように、プロキシミティーギャップを 150 μm とし、更に露光量を通常の 1.5 倍で露光する。これにより、線幅の細い突起部形成用パターン 34b 側では回折光により遮光部分も弱く露光されるため、現像後の厚さが未露光部よりも薄くなる。これに対してスペーサ形成用パターン 34a 側では、突起部形成用パターン 34a に比べて寸法が大きいため、回折光の影響が小さい。従って、パターン 34a の縁部では現像後の膜厚が未露光部分よりも薄くなるものの、中心部では未露光部分と同じ厚さとなる。従って、高さが低い突起部と高さが高いスペーサとを同時に形成することができる。

【0075】その後、第 1 の実施の形態と同様にポストベーキングを行った後、ガラス基板 21 の上側全面に配向膜を形成する。これにより、CF 基板 20 が完成する。本実施の形態においても、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができるのに加えて、スペーサ及び突起部を形成するための露光工程及び現像工程が 1 回だけでよく、製造時間の短縮化が図れるという利点がある。

【0076】なお、突起部の高さ及び幅は、レジスト 25 の膜厚、突起部形成用パターン 34 の幅、プロキシミ

ティー露光機から出射される光の平行度、プロキシミティーギャップ（マスクとレジスト膜との間隔）及び露光量により変化する。従って、所望の突起部の高さ及び幅に応じて、これらの条件を適宜設定することが必要である。

【0077】（第5の実施の形態）以下、本発明の第5の実施の形態について説明する。なお、第5の実施の形態が第1の実施の形態と異なる点は、CF基板のスペーサ25a及び突起部25bの形成方法が異なることに有り、その他の構成は基本的に第1の実施の形態と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。

【0078】図22は第5の実施の形態の液晶表示装置の断面図である。本実施の形態においては、スペーサ形成部に、3色のカラーフィルタ23B、23R、23Gを3層に積層し、その上（図22では下側）にセルギャップ調整用のスペーサ41aを形成している。また、本実施の形態においては、青色カラーフィルタ23Bと赤色カラーフィルタ23Rとを積層してブラックマトリクスとしている。また、このように、カラーフィルタ23B、23Rを積層してブラックマトリクスを形成することにより、Cr膜の成膜工程及びエッチング工程が不要となり、製造時間を短縮することができる。また、スペーサ形成部には、カラーフィルタ23B、23R、23Gを3層に積層しているので、スペーサ41の高さを低くしても、所定のセルギャップを維持することができる。

【0079】なお、カラーフィルタ23R、23G、23Bの積層体と、その上を通るドメイン規制用突起部とによりスペーサを構成することも考えられる。しかし、スペーサ形成部の面積は小さく、またカラーフィルタとして一般的に使用されているノボラック樹脂やアクリル樹脂では、平坦性がよいため、例えばカラーフィルタ23R、23G、23Bの厚さをそれぞれ1.5μmとし、突起部の高さを1.5μmとしても、セルギャップは4.0μmよりも小さくなってしまふ。

【0080】通常、スペーサ形成部にカラーフィルタを積層する際には、樹脂が乾燥するまでの間に、上に重なった2層目、3層目の樹脂部分ではレベリングが発生し、2層目のカラーフィルタの厚さは1層目の約70%、3層目のカラーフィルタの厚さは1層目の約50%と薄くなってしまふ。仮に、スペーサ41aがないとすると、セルギャップはカラーフィルタの積層厚さにより決まるので、カラーフィルタの積層部分における各カラーフィルタの厚さを厚くする必要がある。2層目及び3層目のカラーフィルタの厚さを厚くするためには、例えば真空乾燥により乾燥を早めてレベリングを少なくする方法や、樹脂の塗布膜厚を厚くする方法が考えられる。しかし、これらの方法では、塗布むらや乾燥むらが発生し、製造歩留まりが低下してしまふ。

【0081】図23は横軸に画素領域におけるカラーフ

ィルタの厚さをとり、縦軸にスペーサ（カラーフィルタの重なり）の高さをとって、両者の関係を示した図である。但し、▲印は各カラーフィルタの厚さと突起部の高さが同じ場合、□は突起部の高さが2.0μmの場合を示している。この図からわかるように、セルギャップを4μmとするためには、各カラーフィルタの画素領域における厚さ及び突起部の高さをいずれも3μmとする必要がある。ただし、突起部の高さがセルギャップの30%以下又は50%以上となると、透過率の低下やコントラストの低下を招く。このため、突起部の高さは、1.2~2.0μmとすることが好ましく、そうするとカラーフィルタの厚さを更に厚くする必要がある。

【0082】一般に、カラーフィルタの材料となる顔料分散型レジストは、厚さが3μmを超えると微細なパターンニングが困難になる。また、塗布後の乾燥速度が遅くなり、生産性が低下するという問題も発生する。従って、カラーフィルタの厚さを3μm以上とすることは現実的ではない。カラーフィルタの材料として、ポリイミドのように平坦性が悪い材料を使用することも考えられる。しかし、ポリイミドは非感光性であるので、パターンニングにはエッチング工程が必要になり、工程数の増加によって製造コストが上昇するという難点がある。また、仮にカラーフィルタを厚く形成したとしても、スペーサ部のコモン電極とTFT基板側の画素電極とが極めて接近することとなり、短絡不良が発生しやすくなる。

【0083】本実施の形態では、前述の如く、カラーフィルタ23R、23G、23Bの積層部分の上にスペーサ41aを形成し、このスペーサ41aでセルギャップを調整できるので、カラーフィルタ23R、23G、23Bの厚さを3μm以下としても、十分なセルギャップを確保することができる。以下、図24、図25を参照して、本実施の形態のCF基板40の製造方法について説明する。

【0084】まず、図24（a）に示すように、ガラス基板21の上に感光性顔料分散タイプの青色レジストを塗布し、このレジストを露光及び現像処理して、青色画素領域、ブラックマトリクス形成領域、スペーサ形成領域（TFT基板側のゲートバスラインとデータバスラインとが交差する部分に対応する領域）及び各マーク（位置合わせマーク等）の形成領域の上に、厚さが約1.5μmの青色カラーフィルタ23B（青色レジスト）を形成する。

【0085】次に、図24（b）に示すように、ガラス基板21の上に感光性顔料分散タイプの赤色レジストを塗布し、このレジストを露光及び現像処理して、赤色画素領域、ブラックマトリクス形成領域及びスペーサ形成領域の上に、厚さが約1.5μmの赤色カラーフィルタ23R（赤色レジスト）を形成する。次に、図24

（c）に示すように、ガラス基板21の上に感光性顔料分散タイプの緑色レジストを塗布し、このレジストを露

10

20

30

40

50

光及び現像処理して、緑色画素領域及びスペーサ形成領域の上に、厚さが約  $1.5 \mu\text{m}$  の緑色カラーフィルタ 23G (緑色レジスト) を形成する。

【0086】次に、図 24 (d) に示すように、ガラス基板 21 の上側全面に、ITO を約  $0.15 \mu\text{m}$  の厚さに形成して、共通電極 26 とする。本実施の形態では、ブラックマトリクス形成領域では 2 色のカラーフィルタを重ね、スペーサ形成領域では 3 色のカラーフィルタを重ねている。この場合、画素部 (カラーフィルタが一層の部分) ではカラーフィルタの厚さは  $1.5 \mu\text{m}$  であるが、2 層目、3 層目のカラーフィルタの厚さはこれよりも薄くなる。ここまでの工程で、スペーサ形成部での 3 層のカラーフィルタの積層体の高さ (画素部のカラーフィルタ表面からの高さ) は、約  $1.8 \mu\text{m}$  であり、ブラックマトリクス形成領域での 2 層のカラーフィルタの積層体の高さ (画素部のカラーフィルタ表面からの高さ) は、約  $1.1 \mu\text{m}$  である。

【0087】次に、ガラス基板 21 の上側全面に、ポジ型ノボラック系レジストを  $2.5 \mu\text{m}$  の膜厚でスピコート法等で塗布する。その後、スペーサ形成用パターンの幅が  $30 \mu\text{m}$ 、突起部形成用パターンの幅が  $6 \mu\text{m}$  のレチクルを用いてレジストを所定の露光量でステッパー露光した後、現像を行う。これにより、図 25 に示すように、セルギャップ調整用スペーサ 41a 及びドメイン規制用突起部 41b が形成される。現像後のレジスト膜厚はスペーサ形成領域で約  $2.0 \mu\text{m}$ 、突起部形成領域で約  $2.3 \mu\text{m}$  となる。

【0088】次に、オーブンをを用いて  $220^\circ\text{C}$  で 1 時間程度ポストバークする。スペーサ形成部では、バーク後の膜厚が約  $2.0 \mu\text{m}$ 、線幅が約  $30 \mu\text{m}$  となる。一方、突起部形成領域では、ポストバーク時の熱によりレジストがリフローして、膜厚が約  $1.5 \mu\text{m}$ 、線幅が約  $10 \mu\text{m}$  となり、所望のプロファイルが得られる。本実施の形態においては、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができるのに加えて、赤色カラーフィルタと青色カラーフィルタとを積層してブラックマトリクスとするので、第 1 の実施の形態に比べて Cr 膜の成膜工程及びエッチング工程が不要になり、製造コストを低減できるという効果が得られる。

【0089】なお、上記の例ではステッパー露光によりスペーサ 41a 及び突起部 41b を形成しているが、所望の解像度を得ることが可能であれば、プロキシミティー露光やミラープロジェクション法等で露光することも可能である。また、上記の例では、スペーサ形成部に 3 色のカラーフィルタを重ねて形成したが、これに限定するものではなく、スペーサ形成部のカラーフィルタの層数は、1 層又は 2 層でもよい。

【0090】(第 6 の実施の形態) 以下、本発明の第 6 の実施の形態について説明する。なお、第 6 の実施の形態が第 1 の実施の形態と異なる点は、CF 基板 20 のス

ペーサ及び突起部の形成方法が異なることに有り、その他の構成は基本的に第 1 の実施の形態と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。

【0091】図 26 は第 6 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図である。まず、図 26 (a) に示すように、ガラス基板 21 の上に Cr 膜を形成し、該 Cr 膜をパターニングして、ブラックマトリクス 22 を形成する。その後、ガラス基板 21 の上に、カラーフィルタ 23B、23R、23G を順次形成する。このとき、スペーサ形成部のブラックマトリクス 22 の上には、カラーフィルタ 23B、23R、23G を重ね合わせて形成する。

【0092】その後、基板 21 の上側全面に、ITO からなる共通電極 24 を形成する。そして、この共通電極 24 の上に、スピコート法等により、ポジ型ノボラック系レジスト 42 を塗布する。次に、スペーサ形成用パターンの幅が  $30 \mu\text{m}$ 、突起部形成用パターンの幅が  $6 \mu\text{m}$  のレチクルを使用してレジスト 42 を露光した後、現像処理を行って、図 26 (b) に示すように、スペーサ 42a 及び突起部 42b を形成する。

【0093】次に、 $220^\circ\text{C}$  の温度で 1 時間程度ポストバークする。突起部 42b の幅が狭いので、ポストバーク時の熱によってレジストがリフローして、図 26

(c) に示すように、突起部 42b の高さがスペーサ 42a 高さよりも低くなる。このようにして、高さが異なるスペーサ 42a と突起部 42b とを同時に形成することができる。本実施の形態においても、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0094】なお、上記の実施の形態では、ブラックマトリクス 22 が Cr 膜からなる場合について説明したが、ブラックマトリクス 22 を黒色樹脂により形成することもできる。また、上記の例では、スペーサ形成部にカラーフィルタ 23B、23R、23G を 3 層に重ねたが、これに限定するものではなく、スペーサ領域のカラーフィルタの層数は、1 層又は 2 層でもよい。但し、スペーサ領域での段差が大きくなると、共通電極と TFT 基板側の画素電極との距離が小さくなり、短絡不良が発生しやすくなるので、スペーサ領域の段差があまり大きくならないようにすることが好ましい。

【0095】(第 7 の実施の形態) 以下、本発明の第 7 の実施の形態について説明する。従来、一般的に、ブラックマトリクスは、Cr 等の金属膜や黒色樹脂により形成されていた。ブラックマトリクスに必要な OD 値は、ノーマリーホワイトの液晶表示装置では 2.5 以上、ノーマリーブラックの液晶表示装置では 2.0 以上といわれている。但し、液晶の種類、セルギャップ及び TFT 基板の構造等により、ブラックマトリクスに必要な OD 値は変化する。

【0096】一方、カラーフィルタの形成方法としては、染色法、顔料分散法、電着法及び印刷法等がある。

10

20

30

40

50

しかし、染色法では工程数が多いという欠点があり、電着法では電着液の管理が煩雑であるとともに、成膜状態もばらつきやすいという欠点がある。印刷法では、膜厚分布やパターン精度が十分ではなく、実用段階に至っていない。従って、現在は、カラーフィルタの形成方法としては顔料分散法が主流である。

【0097】顔料分散法では、顔料を分散したフォトレジストを使用し、フォトリソグラフィ技術によりレジストをパターンニングする。従って、従来、CF基板の形成には、ブラックマトリクスの形成とRGBの各カラーフィルタの形成とで合計4回のフォトリソグラフィ工程を必要とし、製造歩留まりの低下や、設備コスト及び材料コストの上昇の原因となっていた。

【0098】そこで、RGBの3色のカラーフィルタのうち少なくとも2色のカラーフィルタを重ね合わせてブラックマトリクスとすることにより、Cr膜や黒色樹脂の成膜工程及びパターンニング工程を削減することが提案されている。しかし、この場合は、フォトレジストをパターンニングする際に、露光機のステージに設けられた溝からの反射光に起因してカラーフィルタのエッジの位置が微妙に変化し、表示むらの原因となる。

【0099】図27は、カラーフィルタとなるフォトレジストの露光工程を示す模式図である。この図27に示すように、ガラス基板101の上に顔料を分散したフォトレジスト102を塗布し、基板101を露光機のステージ106の上に載置して、所定のパターンが設けられたマスクを介して紫外線(UV)を照射する。露光機のステージ106には、基板101を吸着固定するための孔やその他の溝(以下、単に「溝」という)106aが設けられている。光源から出力されて基板101を透過した光は、ステージ106の平坦部では垂直方向に反射されるのに対し、溝106aでは斜め方向に反射される。これにより、溝106aの近傍の露光量が変化し、現像後に溝106aの形状がレジストパターンに転写されてしまう。以下、レジストパターンに転写された溝106aの形状をステージ跡という通常、位置決め用のマーク等を形成する都合上やブラックマトリクスの遮光能力の関係で、青色カラーフィルタ又は赤色カラーフィルタを最初に形成する。一般的にカラーフィルタのOD値は、単色の場合は青色(B)フィルタが最も大きく、緑色(G)フィルタのOD値は赤色(R)フィルタのOD値と同じか、それよりも小さい値となる(B>R≥G)。また、カラーフィルタを積層した場合は、赤色、緑色及び青色の3色のカラーフィルタを積層した場合のOD値が最も大きく、次に、赤色及び青色の2色のカラーフィルタを積層した場合のOD値が大きく、次に、赤色及び緑色の2色のカラーフィルタを積層した場合のOD値が大きく、青色及び緑色の2色のカラーフィルタを積層した場合のOD値は、赤色及び緑色の2色のカラーフィルタを積層した場合のOD値と同じかそれよりも小

さい(RGB>RB>RG≥BG)。下記表1に、一般的な透過型カラーフィルタを2層以上に積層したときのOD値及び透過率を示す。

【0100】

【表1】

積層	OD値	透過率
R+G	1.3	5.0%
G+B	1.1	7.9%
B+R	2.1	0.8%
R+G+B	2.5	0.3%

【0101】図28は、カラーフィルタを積層して構成されたブラックマトリクスの一般的な例を示す図である。このように、ガラス基板101上に青色カラーフィルタ102Bを形成し、次に赤色カラーフィルタ102Rを形成し、その後緑色カラーフィルタ102Gを形成している。この場合、青色画素部のエッジは赤色カラーフィルタ102Rのエッジで決まり、赤色画素部のエッジは青色カラーフィルタ102Bのエッジで決まり、緑色画素部のエッジも青色カラーフィルタ102Bのエッジで決まる。

【0102】青色カラーフィルタ102Bを基板101上に最初に形成する場合は、前述したように露光機のステージ106の溝106aの影響を青色カラーフィルタ102Bが受ける。図28に示す液晶表示装置では、青色カラーフィルタ102Bのエッジにより赤色画素部及び緑色画素部のエッジが決まるので、赤色画素部及び緑色画素部にステージ跡が発生する。この場合、青色カラーフィルタ102Bと赤色カラーフィルタ102Rとの積層体のOD値のほうが青色カラーフィルタ102Bと緑色カラーフィルタ102Gとの積層体のOD値よりも大きいので、赤色画素部にステージ跡がより強く発生する。青色画素部では、2層目の赤色カラーフィルタ102Rにより画素のエッジを決めているので、ステージ跡の影響は殆ど受けない。なお、ステージ跡は、個々の画素ではわかりにくいですが、液晶パネル全体で見たときにはっきり見える。

【0103】従来から、ステージ106の表面処理を工夫したり、溝位置を工夫することによりステージ跡が残らないようにしているが、基板吸着用の孔等を形成する必要上、ステージ106に溝106aを完全になくすることは不可能である。そこで、本実施の形態においては、露光機のステージ跡が発生しにくい液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0104】図29は第7の実施の形態の液晶表示装置のCF基板の製造方法を示す断面図、図30は同じくそ

のCF基板の製造方法を示す平面図である。但し、図30において、破線は赤色画素部となる領域（以下、単に「赤色画素部」という）、緑色画素部となる領域（以下、単に「緑色画素部」という）及び青色画素部となる領域（以下、単に「青色画素部」という）を示している。

【0105】まず、図29(a)、図30(a)に示すように、ガラス基板101上に青色顔料を含有したフォトレジストを約1.5μmの厚さに塗布し、露光及び現像処理を施して、青色画素部(B)とその周囲、赤色画素部(R)の周囲、緑色画素部(G)の周囲、及びマーク形成部(図示せず)の上に青色カラーフィルタ102Bを形成する。但し、図30(a)に示すように、緑色画素部(G)の縁部から一定の範囲には青色カラーフィルタ102Bを形成しない。

【0106】次に、図29(b)、図30(b)に示すように、ガラス基板101上に赤色顔料を含有したフォトレジストを約1.5μmの厚さに塗布し、露光及び現像処理を施して、赤色画素部(R)とその周囲、青色画素部(B)の周囲及び緑色画素部(G)の上に赤色カラーフィルタ102Rを形成する。この場合、図29(b)に示すように、緑色画素部(G)の周囲では、赤色カラーフィルタ102Rが青色カラーフィルタ102Bよりも内側に位置するようにする。

【0107】次に、図29(c)、図30(c)に示すように、ガラス基板101上に緑色顔料を含有したフォトレジストを約1.5μmの厚さに塗布し、露光及び現像処理を施して、緑色画素部(G)とその周囲の上に緑色カラーフィルタ102Gを形成する。これにより、図29(c)に示すように緑色画素部(G)の周囲ではカラーフィルタ102B、102R、102Gが3層に積層され、青色画素部(B)及び赤色画素部(R)の周囲ではカラーフィルタ102B、102Rが2層に積層される。

【0108】次いで、図29(d)に示すように基板101の上側全面にITOからなる共通電極103を約0.15μmの厚さに形成する。また、必要に応じて、第1の実施の形態のようにCF基板上に突起部及びスペーサを形成した後、基板101の上側全面に配向膜(図示せず)を形成する。これにより、CF基板が完成する。

【0109】このようにして形成したCF基板と、TF基板とを接合し、両者の間に液晶を封入する。これにより、液晶表示装置が完成する。本実施の形態では、図31に示すように、赤色画素部(R)のエッジが1層目の青色カラーフィルタ102Bのエッジで決まるものの、青色画素部(B)のエッジ及び緑色画素部(G)のエッジがいずれも2層目の赤色カラーフィルタ102Rのエッジにより決まる。青色画素部(B)のエッジは、露光機のステージに溝があったとしても、光が1層目の

青色カラーフィルタ102Bを通過する際に減衰されてしまうため、赤色カラーフィルタ102Rのパターニング時に溝からの反射光の影響を殆ど受けない。また、緑画素部(G)のエッジは、赤色カラーフィルタ102Rのパターニング時に露光機のステージ溝の影響を受けるものの、赤色フィルタ102Rと緑色フィルタ102Gとの積層体のOD値が小さく、赤色画素部(R)のエッジを決めている1層目の青色カラーフィルタ102Bとは色が異なるため、ステージ跡は目立ちにくい。

【0110】本実施の形態によれば、カラーフィルタを積層してブラックマトリクスを形成するので、Cr膜や黒色樹脂によりブラックマトリクスを形成する場合に比べて、製造時間の短縮及び製造コストの低減が実現される。また、本実施の形態によれば、画素のエッジを決めるカラーフィルタのパターニング時に、露光機のステージからの反射光の影響を殆ど受けないため、露光機のステージに溝があってもステージ跡が低減した、良好な表示品質の液晶表示装置を製造することができる。

【0111】なお、上記の実施の形態では青色カラーフィルタ102B、赤色カラーフィルタ102R、緑色カラーフィルタ102Gの順番でカラーフィルタを形成したが、上記のように3色の画素部のうち2色以上の画素部のエッジを2層目のカラーフィルタのエッジで決めるようにすれば、カラーフィルタの形成順序は上記の順番でなくともよい。

【0112】また、本実施の形態では、請求項8に記載の発明を垂直配向型液晶表示装置に適用した場合について説明したが、これにより本発明の適用範囲が垂直配向型液晶表示装置に限定されるものではなく、本発明は2色以上のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスを形成した構造を有するその他の液晶表示装置にも適用することができる。

【0113】更に、本実施の形態では基板101としてガラス板を用いた場合について説明したが、アクリル等のようにフォトレジストの感光波長である紫外線(UV)の吸収率が高い有機材料の板を基板101として用いると、基板101を通過する光が基板101で減衰されるため、溝の影響をより一層低減することができる。また、図32に示すように、ガラス基板101の上にアクリル等のように基板101に比べて紫外線を吸収しやすい材料からなるUV吸収膜101aを形成しても、同様の効果が得られる。

【0114】(第8の実施の形態)図33は本発明の第8の実施の形態の液晶表示装置のCF基板の製造方法を示す断面図、図34は同じくそのCF基板の製造方法を示す平面図である。但し、図34において、破線は赤色画素部、緑色画素部及び青色画素部を示している。まず、図33(a)、図34(a)に示すように、ガラス基板101上に緑色顔料を含有したフォトレジストを約1.5μmの厚さに塗布し、露光及び現像処理を施し

て、緑色画素部 (G) とその周囲、赤色画素部 (R) の周囲、及び青色画素部 (B) の周囲の上に緑色カラーフィルタ 102G を形成する。但し、図 34 (a) に示すように、赤色画素部 (R) の縁部から一定の範囲には緑色カラーフィルタ 102G を形成しない。

【0115】次に、図 33 (b)、図 34 (b) に示すようにガラス基板 101 の上に赤色顔料を含有したフォトレジストを約 1.5  $\mu\text{m}$  の厚さに塗布し、露光及び現像処理を施して、赤色画素部 (R) とその周囲、青色画素部 (B) の周囲及び緑色画素部 (G) の上に赤色カラーフィルタ 102R を形成する。この場合に、図 34

(b) に示すように、青色画素部 (B) の縁部から一定の範囲には赤色カラーフィルタ 102R を形成しない。

【0116】次に、図 33 (c)、図 34 (c) に示すようにガラス基板 101 の上に青色顔料を含有したフォトレジストを約 1.5  $\mu\text{m}$  の厚さに塗布し、露光及び現像処理を施して、青色画素部 (B) とその周囲、緑色画素部 (G) の周囲及び赤色画素部 (R) の上に青色カラーフィルタ 102B を形成する。この場合に、図 34

(c) に示すように、緑色画素部 (G) の縁部から一定の範囲には青色カラーフィルタ 102B を形成しない。

【0117】次いで、第 7 の実施の形態と同様にしてガラス基板 101 の上側全面に ITO からなるコモン電極を形成する。その後、必要に応じてスペーサ及び突起部を形成した後、ガラス基板 101 の上側全面に配向膜を形成する。これにより、CF 基板が完成する。そして、CF 基板と、別個に形成した TFT 基板とを接続し、両者の間に液晶を封入する。これにより、液晶表示装置が完成する。

【0118】本実施の形態では、図 35 に示すように、緑色画素部 (G) のエッジが 2 層目の赤色カラーフィルタ 102R のエッジで決まり、赤色画素部 (R) のエッジが 2 層目の青色カラーフィルタ 102B のエッジで決まり、青色画素部 (B) のエッジが 1 層目の緑色カラーフィルタ 102G のエッジで決まる。このように、緑色画素部 (G) 及び赤色画素部 (R) では 2 層目のカラーフィルタのエッジにより画素部のエッジが決まるので、露光機のステージからの反射光の影響が少なく、ステージの溝からの反射光に起因するステージ跡が回避される。また、青色画素部では 1 層目の緑色カラーフィルタ 102G により画素部のエッジが決まるが、第 7 の実施の形態で述べたように、緑色フィルタ 102G と青色フィルタ 102B との積層体の OD 値は小さいので、ステージ跡が目立ちにくい。

【0119】なお、緑色カラーフィルタ及び赤色カラーフィルタの材料となるレジスト中に UV を吸収する材料 (例えば、HALS (ヒンダードアミンライトスタビライザー等) を添加することにより、ステージからの反射光の影響をより一層低減することができる。また、第 7 の実施の形態で述べたように、基板 101 としてアクリ

ル樹脂の板を使用してもよく、ガラス基板の上にアクリル等の樹脂を塗布したものを用いてもよい。

【0120】また、上記の実施の形態では緑色カラーフィルタ、赤色カラーフィルタ及び青色カラーフィルタの順にカラーフィルタを形成したが、赤色カラーフィルタと青色カラーフィルタの形成順を入れ替えてもよい。更に、ノーマリーブラック型液晶表示装置のようにブラックマトリクスに要求される OD 値が比較的低くてもよい液晶表示装置では、画素部のエッジを図 35 の (i) で示す位置とし、ノーマリーホワイト型液晶表示装置のようにブラックマトリクスに要求される OD 値が比較的高い液晶表示装置では、画素部のエッジを図 35 の (ii) で示す位置とすることで、種々の液晶パネルに対応することができる。

【0121】更にまた、図 36 に示すように、緑色画素部のエッジ部まで青色カラーフィルタ 102B を延び出すようにしてもよい。

(第 9 の実施の形態) 以下、本発明の第 9 の実施の形態について説明する。液晶表示装置内に封入された液晶は、温度変化による熱膨張又は熱収縮により体積が変化する。例えば、液晶表示装置を常温から -20℃ の環境下におき、更に 60℃ の温度に変化させる環境試験を実施すると、液晶の体積は、±0.1  $\mu\text{m}$  のセルギャップに相当する分だけ変化する。

【0122】スペーサの弾性力が液晶の熱収縮に追従できない場合は液晶の圧力が低下し、極端な場合は液晶表示装置 (液晶パネル) 内に気泡が発生する。また、一般的に液晶を注入した直後はセル内の圧力が大気圧よりも低いためスペーサが圧縮されるが、液晶が熱膨張したときにスペーサの弾性力がセルギャップの変化に追従できないと、スペーサと基板との間に隙間が生じて、セルギャップにばらつきが発生する。従って、スペーサには圧力に応じて変形する弾性力が要求される。

【0123】一方、液晶表示装置の製造工程において、オートクレープにより液晶パネルの全体に約 5 気圧の圧力が印加される。また、液晶表示装置の使用時にユーザが指等で部分的に高い圧力を印加する (いわゆる面押) し) ことが考えられる。このように、液晶表示装置に高い圧力が印加されると、スペーサが塑性変形して、元の形状に戻らなくなってしまう。更に、液晶表示装置に高い圧力が加えられると、TFT 基板側の画素電極と CF 基板側のコモン電極とが短絡することも考えられる。従って、スペーサの過剰な変形を防止することが必要である。

【0124】そこで、本実施の形態では、温度変化による液晶の圧力変化及びセルギャップのばらつきを回避し、かつ、高い圧力を加えられてもスペーサの過剰な変形を防止できて、良好な表示品質を得ることができる液晶表示装置を提供する。図 37 は第 9 の実施の液晶表示装置の CF 基板の平面図、図 38 は同じくそのブラック

マトリクス 222 に沿った位置における断面図である。なお、図 37 において、□印は高さが高いスペーサ 225a、○印は高さの低いスペーサ 225b の位置を示している。

【0125】本実施の形態の液晶表示装置は、TFT 基板 210 と、CF 基板 220 と、これらの TFT 基板 210 及び CF 基板 220 の間に封入された液晶 219 とにより構成されている。TFT 基板 210 は、以下のように構成されている。すなわち、ガラス基板 211 の上には、第 1 の実施の形態と同様に、ゲートバスライン（図示せず）、データバスライン（図示せず）及び TFT（図示せず）が形成されており、それらの上には絶縁膜（図示せず）を介して、ITO からなる画素電極 216 が形成されている。また、ガラス基板 211 の上側には配向膜 217 が形成されており、この配向膜 217 により画素電極 216 の表面が覆われている。

【0126】一方、CF 基板 220 は、以下のように構成されている。すなわち、ガラス基板 221 の下面側には、ブラックマトリクス 222 が形成されており、ブラックマトリクス 222 の開口部、すなわち各画素領域に対応して RGB のカラーフィルタ 223R、223G、223B が形成されている。また、カラーフィルタ 223R、223G、223B の下には、ITO からなる共通電極 224 が形成されている。共通電極 224 の下側には、樹脂からなるスペーサ 225a、225b が形成されている。これらのスペーサ 225a、225b は、TFT 基板 210 側のゲートバスラインとデータバスラインとが交差する位置に対応する位置に配置されている。また、この例では、図 37、図 38 に示すように、高さが高いスペーサ 225a と、高さの低いスペーサ 225b とが交互に配置されている。更に、基板 221 の下面側には配向膜 226 が形成されており、この配向膜 226 により共通電極 224 及びスペーサ 225a、225b の表面が覆われている。

【0127】本実施の液晶表示装置では、図 38 に示すように、常温の状態で、スペーサ 225a の先端部分が TFT 基板 210 に接触し、スペーサ 225b の先端部分が TFT 基板 210 から離れている。この例では、スペーサ 225a の高さ（共通電極 224 の表面からの高さ）が  $4\mu\text{m}$ 、スペーサ 225b の高さ（共通電極 224 の表面からの高さ）が  $3.8\mu\text{m}$  である。

【0128】以下、温度変化及び圧力に印加によるスペーサの変形について説明する。セル内の圧力が 1 気圧よりも低い場合は、スペーサ 225a に圧縮荷重がかかる。圧縮荷重が小さい場合は、スペーサ 225a のみ荷重がかかり、スペーサ 225b には荷重がかからない。従って、スペーサ 225a のみが弾性的に変形し、圧力の変化に対応する。この場合、スペーサ 225a の分布密度、断面積及び材質を適宜選択することにより、圧力に対するスペーサ 225a の変形量を調整すること

ができる。

【0129】液晶表示装置に部分的に大きな圧力が加えられた場合や、オートクレープで液晶表示装置の全体に大きな圧力が変えられた場合は、セルギャップが小さくなり、スペーサ 225a に加えてスペーサ 225b も TFT 基板 210 に接触する。これにより、圧力がスペーサ 225a 及び 225b に分散されるので、スペーサ 225a、225b の過度の変形が防止される。

【0130】図 39 は、横軸に圧縮荷重（気圧）をとって、縦軸にセルギャップをとって、圧縮荷重に対するセルギャップの変化を示す図である。但し、図 39 には、高さが均一（ $4\mu\text{m}$ ）のスペーサが 3 画素に 1 つの割合で設けられている場合（密度 =  $1/3$  と表記）の例、高さが均一（ $4\mu\text{m}$ ）のスペーサが 24 画素に 1 つの割合で設けられている場合（密度 =  $1/24$  と表記）の例、及び高さが  $4\mu\text{m}$  のスペーサが 24 画素に 1 つの割合で設けられており、かつ高さが  $3.8\mu\text{m}$  のスペーサが 3 画素に 1 つの割合で設けられている場合の例（密度 =  $1/24 + 1/3$  と表記）を示している。この図 39 からわかるように、密度 =  $1/24 + 1/3$  の場合は、圧縮荷重が 1 気圧以下の範囲では密度 =  $1/24$  の場合と同様に、セルギャップの変化に柔軟に追従することができる。また、圧縮荷重が大きい範囲（1 気圧以上）では、密度 =  $1/3$  の場合と同様に、圧力変化に対するセルギャップの変化の割合が小さくなる。

【0131】以下、本実施の形態の液晶表示装置の製造方法について説明する。図 40、図 41 は、本実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す断面図である。まず、図 40 (a) に示すように、ガラス基板 221 の上側全面に Cr 膜を  $0.15\mu\text{m}$  の厚さに形成し、フォトリソグラフィ法により該 Cr 膜をパターンニングして、ブラックマトリクス 222 を形成する。

【0132】次に、図 40 (b) に示すように、ガラス基板 221 の上側全面に青色顔料を分散したアクリル系レジスト（ネガ型フォトレジスト）をスピンコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、青色画素部及びその周囲のブラックマトリクス 222 の上に青色 (B) カラーフィルタ 223B を形成する。次に、図 40

(c) に示すように、ガラス基板 221 の上側全面に赤色顔料を分散したアクリル系レジスト（ネガ型フォトレジスト）をスピンコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、赤色画素部及びその周囲のブラックマトリクス 222 の上に赤色 (R) カラーフィルタ 223R を形成する。

【0133】次に、図 40 (d) に示すように、ガラス基板 221 の上側全面に緑色顔料を分散したアクリル系レジスト（ネガ型フォトレジスト）をスピンコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、緑色画素部及びその周囲のブラックマトリクス 222 の上に緑色 (G) カラーフィルタ 223G を形成する。次に、図 41



(a) に示すように、スパッタ法により、ガラス基板221の上側全面にITOからなるコモン電極224を約0.15 $\mu\text{m}$ の厚さに形成し、このコモン電極224によりカラーフィルタ223R、223G、223Bの表面を覆う。

【0134】次に、図41(b)に示すように、スピンコート法によりガラス基板221の上にアクリル系ネガ型フォトリソを塗布し、露光及び現像工程を経て、高さが約4 $\mu\text{m}$ のスペーサ225aを形成する。図41(b)では、スペーサ225aが3画素に1つの割合で形成されている場合を図示しているが、前述のように、24画素に1つの割合で形成してもよい。但し、スペーサ225aは、TFT基板側のゲートバスラインとデータバスラインとが交差する部分に対応する位置に形成する。

【0135】次に、図41(c)に示すように、スピンコート法によりガラス基板221の上側にアクリル系ネガ型フォトリソを塗布し、露光及び現像工程を経て、高さが約3.8 $\mu\text{m}$ のスペーサ225aを形成する。図41(c)では、スペーサ225bが3画素に2つの割合で形成されている場合を図示しているが、前述したように、3画素に1つの割合で形成してもよい。但し、スペーサ225bは、TFT基板側のゲートバスラインとデータバスラインとが交差する部分に対応する位置であって、かつ、スペーサ225aが形成されていない位置に形成する。この場合、スペーサ225aとスペーサ225bとを同じ材料により形成してもよいし、スペーサ225aを圧縮強度が比較的低い(すなわち、弾力性が大い)樹脂により形成し、スペーサ225bを圧縮強度が比較的高い樹脂により形成してもよい。また、スペーサ225aの分布密度とスペーサ225bの分布密度は、要求される仕様に応じて適宜設定する。

【0136】その後、全面にポリイミドからなる配向膜を形成し、その配向膜によりコモン電極224及びスペーサ225a、225bの表面を覆う。これにより、CF基板が完成する。一方、TFT基板は、例えば第1の実施の形態と同様に形成することができる(図1～図3参照)。すなわち、ガラス基板211上に金属膜を形成し、その金属膜をフォトリソグラフィ法によりパターンニングして、ゲートバスライン及び蓄積容量バスラインを形成する。その後、全面に絶縁膜を形成し、その上にTFTの活性層となるシリコン膜を形成する。

【0137】次に、全面に絶縁膜を形成する。その後、絶縁膜上に金属膜を形成し、その金属膜をフォトリソグラフィ法によりパターンニングして、データバスライン、ソース電極及びドレイン電極を形成する。次いで、基板211の上側全面に絶縁膜を形成し、その絶縁膜上にITO膜を形成する。そして、ITO膜をパターンニングし、画素電極216を形成する。その後、全面に配向膜217を形成する。これにより、TFT基板が完成す

る。

【0138】このようにして形成したCF基板220とTFT基板210とを貼り合わせ、両者の間に液晶229を封入する。これにより、本実施の形態の液晶表示装置が完成する。なお、上記の例では、スペーサ225a、225bの材料としてアクリル樹脂を使用した場合について説明したが、スペーサ225a、225bの材料はこれに限定されるものではなく、ポリイミド系樹脂、シリカ系樹脂、エポキシ系樹脂又はノボラック樹脂等により形成してもよい。ポリイミドのように非感光性樹脂を使用する場合は、ガラス基板221上に非感光性樹脂膜を形成した後、該非感光性樹脂膜をフォトリソ法を用いてパターンニングする。

【0139】また、上記の例ではスペーサ225a、225bをいずれもCF基板側に形成する場合について説明したが、TFT基板側にスペーサ225a、225bを形成してもよく、スペーサ225a、225bのいずれか一方をTFT基板側に形成し、他方をCF基板側に形成してもよい。更に、本実施の形態においてはTN型液晶表示装置について説明したが、これにより本発明の適用範囲がTN型液晶表示装置に限定されるものではない。本発明は、STN(Super Twisted Nematic)型液晶表示装置、MVA(Multi Vartical Alignment)型液晶表示装置及びIPS(In-Panel Switching)型液晶表示装置、強誘電型液晶表示装置及び反強誘電型液晶表示装置等に適用することもできる。

【0140】以下、スペーサの好適な分布密度について考察した結果について説明する。図42に示すようにポリイミドからなる3色のカラーフィルタ223R、223G、223B、ITOからなるコモン電極224、及びノボラック樹脂膜228が積層されてなるスペーサに対して、圧縮変位を測定すると図43に示すようになる。ここで、スペーサ上部の面積は500 $\mu\text{m}^2$ であり、ブラックマトリクスは3色のカラーフィルタ223R、223G、223Bを積層して形成している。

【0141】このような構造の場合、最大荷重が50mN程度では変位ヒステリシスが小さいとして液晶パネルの圧縮荷重に対する変異量を計算すると、図44の曲線が得られる。液晶注入量をコントロールして液晶パネルのセル内圧を0.7気圧とした場合、スペーサには通常状態で0.3気圧程度の荷重がかかっている。外部温度が25℃から-25℃、又は25℃から60℃に変化したときの液晶の体積の変化をセルギャップに換算すると、約0.1 $\mu\text{m}$ となる。つまり、荷重が小さい初期変位では、圧縮荷重が0.3気圧での変位を中心に±0.1 $\mu\text{m}$ 程度変位可能でなければならない。このように、荷重が小さいときは、スペーサが変位しやすい傾向がよく、上記のスペーサでは図44よりスペーサの密度が1/6(6画素に1つの割合)以下に密度の上限が制限される。



【0142】一方、荷重が大きい面押しに対する耐性をもたせるためには、樹脂の変位ヒステリシスが最大変位の10%程度であるため、荷重が大きい領域では変位を抑える必要がある。実際の面押し加圧は2気圧程度であり、表示むらを起こさないためには圧縮荷重が0.3から2気圧までの変化で、0.5 $\mu$ m以下の変位量であればよい。これにより、スペーサ密度の下限が制限され、図44により密度1/12(12画素に1つの割合)以上となる。

【0143】これに対し、オートクレープでは、セル内の体積を5%減少させて気泡を消去するために、スペーサは0.2 $\mu$ m程度圧縮されなければならない。オートクレープでは、5気圧程度の荷重を液晶パネルにかけるが、液晶が密閉されていることや表示部周辺にシール材があることから、実際にスペーサにかかる荷重は1/2程度であると考えられる。そうすると、変位量を0.5 $\mu$ m以下とするためには、スペーサの密度を1/6(6画素の1つの割合)以下とすることが必要である。

【0144】以上から、スペーサには、荷重の小さい領域では変位しやすく、荷重が大きい領域では変位しにくいことが求められる。本実施の形態のように、高さが異なるスペーサを形成することによりこの要求を満たすことができる。高さが4.0 $\mu$ m、密度が1/12の第1のスペーサと、高さが3.7 $\mu$ m、密度が1/6の第2のスペーサとを形成したときの変位を、図44に「Hybrid」で示す。このように、スペーサの構造によって圧縮荷重が0~1気圧までは変位が大きく、1気圧以上の荷重では変位量が比較的小さくなり、スペーサとして好ましい特性を実現することができる。

【0145】(第10の実施の形態)図45は本発明の第10の実施の形態の液晶表示装置の断面図である。なお、本実施の形態が第9の実施の形態と異なる点はスペーサの構造が異なることにあり、その他の構成は基本的に第9の実施の形態と同様であるので、図45において、図38と同一物には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0146】ガラス基板221の下面側にはブラックマトリクス222が形成されており、ブラックマトリクス222の開口部、すなわち各画素領域に対応してRGBのカラーフィルタ223R、223G、223Bが形成されている。また、カラーフィルタ223R、223G、223Bの下には、ITOからなるコモン電極224が形成されている。コモン電極224の下側には、樹脂膜225c、225dからなる2層構造のスペーサ225が形成されている。樹脂膜225c、225dは、弾性力が相互に異なる材料からなる。例えば、樹脂膜225cは比較的圧縮強度が高い(弾性力が小さい)アクリル樹脂からなり、樹脂膜225dは比較的圧縮強度が小さい(弾性力が大きい)アクリル樹脂からなる。また、スペーサ225は、TFT基板210側のゲートバ

スラインとデータバスラインとの交差する部分に形成されている。この図45では、スペーサ225が1画素に1つの割合で形成されている場合を示しているが、数画素毎に1つの割合で形成されていてもよい。

【0147】また、基板221の下面側には配向膜226が形成されており、この配向膜226によりコモン電極224及びスペーサ225の表面が覆われている。スペーサ225の先端部分がTFT基板210に接触して、TFT基板210とCF基板220との間のセルギャップが均一の厚さに保持される。本実施の形態では、スペーサ225が、弾性力が小さい樹脂膜225cと弾性力が大きい樹脂膜225dとの2層構造からなる。従って、圧縮応力が比較的小さいときは主に樹脂膜225dが弾性変形し、セルギャップの変化に追従する。また、大きな圧縮応力が印加されると、樹脂膜225dだけでなく樹脂膜225cにも応力が印加される。しかしながら、樹脂膜225dは弾性力が小さいので、圧縮応力に対する変形量が少ない。これにより、過剰な応力によりスペーサ225が過度の変形されることが回避される。この例でも、第9の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0148】図46、図47は本実施の形態の液晶表示装置のCF基板220の製造方法を示す断面図である。まず、図46(a)に示すように、ガラス基板221の上側全面にCr膜を0.15 $\mu$ mの厚さに形成し、フォトリソグラフィ法により該Cr膜をパターニングして、ブラックマトリクス222を形成する。

【0149】次に、図46(b)に示すように、ガラス基板221の上側全面に青色顔料を分散したアクリル系レジスト(ネガ型フォトレジスト)をスピンコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、青色画素部及びその周囲のブラックマトリクス222の上に青色(B)カラーフィルタ223Bを形成する。次に、図46

(c)に示すように、ガラス基板221の上側全面に赤色顔料を分散したアクリル系レジスト(ネガ型フォトレジスト)をスピンコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、赤色画素部及びその周囲のブラックマトリクス222の上に赤色(R)カラーフィルタ223Rを形成する。

【0150】次に、図46(d)に示すように、ガラス基板221の上側全面に緑色顔料を分散したアクリル系レジスト(ネガ型フォトレジスト)をスピンコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、緑色画素部及びその周囲のブラックマトリクス222の上に緑色(G)カラーフィルタ223Gを形成する。次に、図47

(a)に示すように、スパッタ法により、ガラス基板221の上側全面にITOからなるコモン電極224を約0.15 $\mu$ mの厚さに形成し、このコモン電極224でカラーフィルタ223R、223G、223Bの表面を覆う。

【0151】次に、図47(b)に示すように、スピンコート法によりガラス基板221の上にアクリル系ネガ型フォトリソ膜を形成し、露光及び現像工程を経て、高さが約2.0 $\mu$ mの樹脂膜225cを形成する。図47(b)では、樹脂膜225cが1画素に1つの割合で形成されている場合を図示しているが、数画素に1つの割合で形成してもよい。但し、樹脂膜225cは、TFT基板側のゲートバスラインとデータバスラインとが交差する部分に対応する位置に形成する。

【0152】次に、図47(c)に示すように、スピンコート法によりガラス基板221の上側にアクリル系ネガ型フォトリソ膜を形成し、露光及び現像工程を経て、樹脂膜225cの上に高さが約2.0 $\mu$ mの樹脂膜225dを形成する。これにより、樹脂膜225c、225dの積層構造からなるスペーサ255が形成される。この場合、樹脂膜225dは樹脂膜225cに比べて弾力性が大きい材料からなる。また、樹脂膜225c、225dの弾力性及び各樹脂膜225c、225dの厚さ及びスペーサ225の分布密度は、要求される仕様に応じて適宜設定する。

【0153】その後、ガラス基板221の上側全面にポリイミドからなる配向膜を形成し、その配向膜により共通電極224及びスペーサ225の表面を覆う。これにより、CF基板が完成する。なお、上記の例では樹脂膜225c、225dをいずれもCF基板側に形成する場合について説明したが、樹脂膜225c、225dをTFT基板側に形成してもよく、樹脂膜225c、225dの一方をCF基板側に形成し、他方をTFT基板側に形成してもよい。

【0154】(第11の実施の形態)図48は本発明の第11の実施の形態の液晶表示装置(MVA型液晶表示装置)の平面図、図49は同じくその液晶表示装置の断面図である。本実施の形態の液晶表示装置は、TFT基板230と、CF基板240と、これらの基板230、240間に封入された垂直配向型液晶259とにより構成されている。

【0155】TFT基板230は、第1の実施の形態と同様に形成されている(図1参照)。すなわち、ガラス基板231の上には、ゲートバスライン(図示せず)、データバスライン(図示せず)、蓄積電容バスライン(図示せず)及びTFT(図示せず)が形成されており、それらの上には絶縁膜(図示せず)を介してITOからなる画素電極236が形成されている。この画素電極236には、第1の実施の形態と同様にスリット(図示せず)が設けられている。また、ガラス基板231の上側には配向膜237が形成されており、この配向膜237により画素電極236の表面が覆われている。

【0156】一方、CF基板240は、以下のように構成されている。すなわち、ガラス基板241の下面側には、ブラックマトリクス242が形成されている。この

ブラックマトリクス242は、TFT基板230側のゲートバスライン、データバスライン及び蓄積電容バスラインに対応する領域に形成されている。また、ガラス基板241の下面側には、ブラックマトリクス242の開口部、すなわち各画素領域に対応してRGBのカラーフィルタ243R、243G、243Bが形成されている。この実施の形態では、図49に示すように、ブラックマトリクス242に下側に、カラーフィルタ243R、243G、243Bがそれぞれ3層に積層されている。

【0157】更に、カラーフィルタ243R、243G、243Bの下側には、ドメイン規制用突起部246aが図48に示すようにジグザグに形成されている。また、ゲートバスラインとデータバスラインとが交差する部分には、3画素に1つの割合で樹脂膜246bが設けられている。この樹脂膜246bは、後述するように、突起部246aと同一のレジスト膜から同時に形成されたものである。

【0158】更にまた、ゲートバスラインとデータバスラインとが交差する部分には、それぞれ樹脂膜247が形成されている。図48に示すスペーサ251は、ブラックマトリクス242の下方に積層されたカラーフィルタ243R、243G、243Bと、樹脂膜24bと樹脂膜247とにより構成される。また、図48に示すスペーサ252は、ブラックマトリクス242の下方に積層されたカラーフィルタ243R、243G、243Bと、樹脂膜247とにより構成される。

【0159】ガラス基板241の下面側には配向膜248が形成されており、この配向膜248により共通電極245、突起部246a及びスペーサ251、252の表面が覆われている。また、本実施の形態においては、常温の状態で、スペーサ251の先端部分がTFT基板230に接触しており、スペーサ252の先端部分はTFT基板230から離れている。

【0160】本実施の形態においても、高さが異なる2種類のスペーサ251、252によりセルギャップの変化に対応するので、第9の実施の形態と同様の効果が得られる。図50、図51は本実施の形態の液晶表示装置のCF基板の製造方法を示す図である。

【0161】まず、図50(a)に示すように、ガラス基板241の上に低反射Cr膜を0.15 $\mu$ mの厚さに形成し、その上にポジ型ノボラック系レジスト(図示せず)を約1.5 $\mu$ mの厚さに形成する。そして、露光工程及び現像工程を経てレジストをパターンニングし、このレジストをマスクとしてCr膜をエッチングすることによりブラックマトリクス242を形成する。その後、レジストを除去する。

【0162】次に、図50(b)に示すように、ガラス基板241の上側全面に青色の顔料分散型レジストをスピンコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、

青色画素部及びスペーサ形成部に、厚さが $1.5\mu\text{m}$ の青色(B)カラーフィルタ243Bを形成する。次に、図50(c)に示すように、ガラス基板241の上側全面に赤色の顔料分散型レジストをスピコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、赤色画素部及びスペーサ形成部に、厚さが $1.5\mu\text{m}$ の赤色(R)カラーフィルタ243Rを形成する。但し、スペーサ形成部では、カラーフィルタ243Rの厚さはこれよりも薄くなる。

【0163】次に、図50(d)に示すように、ガラス基板241の上側全面に緑色の顔料分散型レジストをスピコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、緑色画素部及びスペーサ形成部に、厚さが約 $1.5\mu\text{m}$ の緑色(G)カラーフィルタ243Gを形成する。但し、スペーサ形成部では、カラーフィルタ243Gの厚さはこれよりも薄くなる。

【0164】次に、図51(a)に示すように、ガラス基板241の上側全面にITOをスパッタして、約 $0.15\mu\text{m}$ の厚さのコモン電極245を形成する。その後、スピコート法により、コモン電極245の上にポジ型ノボラック系レジストを約 $1.5\mu\text{m}$ の厚さに塗布する。そして、このレジストを露光及び現像処理して、所定のパターン(突起部246aのパターン及びスペーサ251のパターン)にレジストを残す。その後レジストパターンを $200^\circ\text{C}$ の温度でポストバークする。このようにして、図51(b)に示すように、基板241の上側に突起部246a及び樹脂膜246bが形成される。この場合、カラーフィルタ243B、243R、243Gの積層分の高さ(画素部のカラーフィルタの表面からの高さ)は、 $1.7\mu\text{m}$ 程度となり、その上に形成される樹脂膜246bの高さ(厚さ)は、レベリングにより $0.4\mu\text{m}$ 程度となる。

【0165】次いで、スピコート法により、基板241の上側全面にポジ型ノボラック系レジストを約 $3\mu\text{m}$ の厚さに塗布する。そして、このレジストを露光及び現像処理して、所定のパターン(スペーサ251、252のパターン)にレジストを残す。このようにして、図51(c)に示すように、ガラス基板241の上側に樹脂膜247が形成される。

【0166】その後、基板241の上側全面に配向膜248を形成する。これにより、CF基板が完成する。TFT基板230の製造方法は第1の実施の形態と同様であるので、ここでは説明を省略する。上記の方法によれば、高さが約 $0.4\mu\text{m}$ 異なる2種類のスペーサ251、252を比較的容易に形成することができる。

【0167】なお、上記の例ではブラックマトリクス242を低反射Cr膜により形成した場合について説明したが、黒色樹脂(厚さ約 $1.0\mu\text{m}$ )によりブラックマトリクスを形成してもよい。また、上記の例ではスペーサ形成部にいずれもカラーフィルタ243B、243

R、243Gを3層に積層した場合について説明したが、所定のセルギャップを確保することができるのであれば、スペーサ部のフィルタは1層でも2層でもよい。

【0168】また、カラーフィルタの積層数を変えることにより、高さが異なる2種類のスペーサを形成してもよい。この方法は、ドメイン規制用突起部を有しないTN型液晶表示装置等に適用することができる。

(第12の実施の形態)以下、本発明の第12の実施の形態の液晶表示装置の製造方法について説明する。但し、本実施の形態が第9の実施の形態と異なる点はCF基板の製造方法が異なることにあるので、重複する部分の説明は省略する。

【0169】図52、図53は第12の実施の形態の液晶表示装置のCF基板の製造方法を示す断面図である。また、図54はCF基板の模式的平面図である。図54において、□印は通常時にTFT基板と接触するスペーサ(高さが高いスペーサ)、○印は通常時にTFT基板に接触しないスペーサ(高さが低いスペーサ)の位置を示している。

【0170】まず、図52(a)に示すように、ガラス基板261の上側全面にCr膜を $0.15\mu\text{m}$ の厚さに形成し、フォトリソグラフィ法により該Cr膜をパターニングして、ブラックマトリクス262を形成する。次に、図52(b)に示すように、ガラス基板261の上側全面に青色顔料を分散したアクリル系レジスト(ネガ型フォトレジスト)をスピコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、青色画素部に青色(B)カラーフィルタ263Bを形成する。このとき、3画素に1つの割合で、ブラックマトリクス262の上にもカラーフィルタ263Bを形成しておく。この例では、青色画素部と赤色画素部との間のブラックマトリクス262の上にカラーフィルタ263Bを形成している。

【0171】次に、図52(c)に示すように、ガラス基板221の上側全面に赤色顔料を分散したアクリル系レジスト(ネガ型フォトレジスト)をスピコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、赤色画素部に赤色(R)カラーフィルタ263Rを形成する。この場合、ブラックマトリクス262の上にはカラーフィルタ263Rが残らないようにする。

【0172】次に、図52(d)に示すように、ガラス基板261の上側全面に緑色顔料を分散したアクリル系レジスト(ネガ型フォトレジスト)をスピコート法により塗布し、露光及び現像工程を経て、緑色画素部に緑色(G)カラーフィルタ263Gを形成する。この場合も、ブラックマトリクス262の上にはカラーフィルタ263Gが残らないようにする。

【0173】次に、図53(a)に示すように、スパッタ法により、ガラス基板261の上側全面にITOを約 $0.15\mu\text{m}$ の厚さに堆積して、コモン電極264を形成する。次に、図53(b)に示すように、スピコー

ト法によりガラス基板261の上に、厚さが例えば4 $\mu$ mのフォトリソ膜265を形成する。この場合、青色画素部と赤色画素部との間のブラックマトリクス262の上にはカラーフィルタ263Bが形成されているのに対し、赤色画素部と緑色画素部との間のブラックマトリクス262及び緑色画素部と青色画素部との間のブラックマトリクス262の上にはカラーフィルタが形成されていないので、レジスト膜262の表面には段差が生じる。

【0174】その後、露光及び現像工程を経てレジスト膜265をパターンニングし、図53(c)に示すように、ブラックマトリクス262の上方にスペーサ265aを形成する。この場合、青色画素部と赤色画素部との間のスペーサ265aは、赤色画素部と緑色画素部との間、及び緑色画素部と青色画素部との間のスペーサ265aに比べて、カラーフィルタ223R、223Gとブラックマトリクス262との間の段差に相当する分だけ

$$x/d > (1/q_{60} - 1/q_{20}) / (1/q_{60}) \quad \cdots (1)$$

また、-20℃における液晶の密度が確定できず、20℃における液晶の密度が確定できるときは、下記式

$$x/d > 2 \times (1/q_{60} - 1/q_{20}) / (1/q_{60}) \quad \cdots (2)$$

以下、その理由について説明する。

【0177】従来の球形又は棒状のスペーサを散布する方式では、画素領域内に存在するスペーサにより液晶分子の配向が乱れるのに対し、第1の実施の形態のようにTFT基板とCF基板との間に柱状のスペーサを形成した場合は、画素領域内での配向の乱れがないため、高品質の画像を得ることができる。しかしながら、柱状のスペーサに弾力性がないとすると、高温の環境下に液晶表示装置を放置したときに、液晶が熱膨張してスペーサと基板との間が離れてしまうことがある。以下、この現象を高温だぶつきという。また、逆に低温の環境下に液晶表示装置を放置したときに、液晶が熱収縮して発泡が生じることがある。以下、この現象を低温発泡という。

【0178】これらの高温だぶつき及び低温発泡を防止するために、柱状のスペーサには、液晶の熱膨張及び熱収縮に追従できる程度の弾力性が要求される。スペーサをフォトリソ樹脂で形成した場合は、スペーサ自体が弾力性を有する。図55は、横軸に押し込み変位量(圧縮変位)をとり、縦軸に押し込み荷重(圧縮荷重)をとって、フォトリソ樹脂から形成したスペーサ1つ当たりの変位量と荷重との関係を調べた結果の一例を示す図である。図55に示すように、フォトリソ樹脂から形成したスペーサの場合は荷重に応じて変形するが、スペーサの分布密度を調整することによって、スペーサ1つあたりに印加される荷重と変位量を調整することができる。

【0179】本願発明者らは、XGA(1024×768ピクセル)の15型液晶表示装置について、スペーサの分布密度を変えて高温だぶつき及び低温発泡の有無を

高さが異なる。このようにして、高さが異なるスペーサを同一材料から同時に形成することができる。

【0175】その後、基板261の上側全面に配向膜(図示せず)を形成し、この配向膜によりCF基板264及びスペーサ265aの表面を覆う。本実施の形態においても、第9の実施の形態と同様の効果が得られる。

(第13の実施の形態)以下、本発明の第13の実施の形態について説明する。本実施の形態では、スペーサの分布密度が $n$ (個/ $\text{cm}^2$ )、前記スペーサ1つあたりに $9.8/n$ (N)の力を加えたときの変位量を $x$ とし、前記一对の基板間の平均間隔を $d$ とし、60℃における前記液晶の密度を $q_{60}$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )、-20℃における前記液晶の密度を $q_{20}$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )としたときに、荷重に対する変位量が下記式(1)で示す不等式を満たすように、スペーサを形成する。

【0176】

(2)で示す不等式を満たすように、スペーサを形成してもよい。

調べた。図56にその結果を示す。なお、セルギャップの間隔の平均値 $d$ は4 $\mu$ mである。また、密度141個/ $\text{cm}^2$ が24画素に1つの割合でスペーサを形成した場合に相当し、密度283個/ $\text{cm}^2$ が12画素に1つの割合でスペーサを形成した場合に相当し、密度567個/ $\text{cm}^2$ が6画素に1つの割合でスペーサを形成した場合に相当し、密度1133個/ $\text{cm}^2$ が3画素に1つの割合でスペーサを形成した場合に相当し、密度3400個/ $\text{cm}^2$ が1画素に1つの割合でスペーサを形成した場合に相当する。

【0180】液晶の60℃における密度 $q_{60}$ は約0.97 $\text{g}/\text{cm}^3$ 、-20℃における密度 $q_{20}$ は1.03 $\text{g}/\text{cm}^3$ である。従って、前記式(1)における右辺は0.058となる。図56に示すように、 $x/d$ の値が0.058よりも大きい場合(N01、N02、N03)は、高温だぶつき及び低温発泡のいずれも発生しないが、それよりも小さい場合(N04、N05)は高温だぶつき及び低温発泡が発生している。

【0181】従って、本実施の形態においては、式(1)又は式(2)を満たすように、スペーサの材質及び密度を設定する。例えば、図57(a)に示すように、TFT基板10及びCF基板20のいずれか一方(図57(a)ではCF基板20側)に柱状のスペーサ25aを形成した液晶表示装置、又は図57(b)に示すように、TFT基板10及びCF基板20の両方にそれぞれ柱状のスペーサ25c、25dを形成した液晶表示装置の場合、スペーサ25a、25c、25dの材質及び密度を、式(1)又は式(2)を満たすように設定する。

【0182】なお、図57(a)、(b)において、TFT基板10は、ガラス基板11とその上に形成された画素電極16a、TFT(図示せず)、ゲートバスライン(図示せず)及びデータバスライン(図示せず)等からなり、CF基板20は、ガラス基板21とその下面側に形成されたブラックマトリクス22、カラーフィルタ23及び共通電極24等からなる。また、TFT基板10とCF基板20との間には液晶29が封入されている。

【0183】本実施の形態においては、スペーサの材質は特に限定されるものではないが、例えばポリイミド樹脂、フェノール系樹脂、ノボラック系樹脂及びアクリル系樹脂等を使用することができる。

(第14の実施の形態)以下、本発明の第14の実施の形態について説明する。

【0184】図58は第14の実施の形態の液晶表示装置のTFT基板の断面図、図59は同じくそのTFT形成部近傍を拡大して示す図である。なお、図58においては図59に示す絶縁膜318の上にスペーサとなる樹脂膜(突起)を選択的に形成し、その突起の先端部をCF基板に接触させることによってセルギャップを一定に維持している例を示している。

【0185】この液晶表示装置は、TFT基板310と、CF基板320と、これらのTFT基板310とCF基板320との間に封入された液晶329とにより構成されている。TFT基板310は、以下のように構成されている。すなわち、ガラス基板311の上には、ゲートバスライン312が形成されており、ゲートバスライン312の上には絶縁膜(ゲート絶縁膜)313が形成されている。但し、本実施の形態では、図58、図59に示すように、画素領域には絶縁膜313が形成されていない。

【0186】絶縁膜313の上にはTFTの活性層となるシリコン膜314が選択的に形成されている。また、シリコン膜314の上には、ゲートバスライン312と同じ幅のチャネル保護膜(絶縁膜)315が形成されている。このチャネル保護膜315の両端部からシリコン膜314の両端部までのそれぞれの領域上には、n型不純物を高温度にドーブしたn'型シリコン膜316が形成されている。そして、シリコン膜316の上には、Ti(チタン)膜317a、Al(アルミニウム)膜317b及びTi膜317cの3層構造の導電膜(データバスライン、ソース電極及びドレイン電極)317が形成されている。

【0187】これらのシリコン膜314、チャネル保護膜315、n'型シリコン膜316及び導電膜317は、絶縁膜(最終保護膜)318に覆われている。この絶縁膜318も、画素領域の上には形成されていない。絶縁膜318には、TFTのソース電極(導電膜317)に到達するコンタクト孔318aが形成されてい

る。画素電極319は、コンタクト孔318aからガラス基板311上の画素領域にわたる領域に形成されており、コンタクト孔318aを介してTFTのソース側の導電膜317に電気的に接続されている。なお、画素電極319はITOからなる。

【0188】また、ガラス基板311上の全面には配向膜(図示せず)が形成されており、この配向膜により画素電極319及び絶縁膜318の表面が覆われている。一方、CF基板320は以下のように形成されている。すなわち、ガラス基板321の下面側の青色画素領域には青色カラーフィルタ323Bが形成され、赤色画素領域には赤色カラーフィルタ323Rが形成され、緑色画素領域には緑色カラーフィルタ323Gが形成されている。また、ガラス基板321の下面側の画素間の領域にはカラーフィルタ323B、323R、323Gが3層に積層されて、ブラックマトリクスとなっている。

【0189】これらのカラーフィルタ323B、323R、323Gの下には、ITOからなる共通電極324が形成されている。また、共通電極324の下には、配向膜(図示せず)が形成されている。本実施の形態においては、画素領域には絶縁膜313、318が形成されていないので、絶縁膜318と対向するセルギャップ調整用スペーサの高さを高くしなくても、所定のセルギャップを確保することができる。これにより、セルギャップ調整用スペーサの形成が容易になる。また、絶縁膜313、318の厚さ分だけ、液晶表示装置(液晶パネル)の厚さを薄くすることができる。

【0190】以下、本実施の形態の液晶表示装置の製造方法について説明する。但し、CF基板の製造方法は基本的に従来と同様であり、また図58に示すCF基板に替えて第1の実施の形態等で説明したCF基板等を使用することもできるので、ここではCF基板の製造方法は省略する。図60、図61は、本実施の形態の液晶表示装置のTFT基板の製造方法を示す断面図である。

【0191】まず、図60(a)に示すように、ガラス基板311の上に、例えばAl(アルミニウム)、Ti(チタン)若しくはそれらの積層体又はCrなどからなる厚さが0.15 $\mu$ mの導電膜を形成し、フォトリソグラフィ法により該導電膜をパターンニングして、ゲートバスライン312及び蓄積電量バスライン(図示せず)等を形成する。その後、ガラス基板311の上にSiNxを約0.35 $\mu$ mの厚さに堆積させて、絶縁膜(ゲート絶縁膜)313を形成する。

【0192】次に、絶縁膜313の上にTFTの活性層となるアモルファスシリコン膜314を約0.03 $\mu$ mの厚さに形成する。更に、アモルファスシリコン膜314の上にSiNxを約0.15 $\mu$ mの厚さに堆積する。そして、このSiNx膜の上にフォトレジストを塗布し、該フォトレジストをガラス基板311の下面側から露光する。その後、現像処理を施して、ゲートバスライ

ン312の上方にのみレジスト膜を残す。このレジスト膜をマスクとしてSiNx膜をエッチングすることにより、図60(b)に示すように、シリコン膜314の上にチャンネル保護膜315を選択的に形成する。その後、チャンネル保護膜315上のレジスト膜を除去する。

【0193】次に、ガラス基板311の上側に、n型不純物をドーパしたn'型アモルファスシリコン膜を約0.03μmの厚さに形成する。その後、n'アモルファスシリコン膜の上に厚さが約0.02μmのTi膜、厚さが約0.08μmのAl膜、厚さが約0.05μmのTi膜を順次形成し、これらのTi膜、Al及びTi膜の積層構造からなる導電膜を形成する。そして、フォトリソグラフィ法により、図60(c)に示す形状に、導電膜317、n'型アモルファスシリコン膜316及びアモルファスシリコン膜314をパターンニングする。

【0194】次に、図61(a)に示すように、ガラス基板311の上側全面に、SiNxからなる絶縁膜(最終保護膜)318を、約0.33μmの厚さに形成する。その後、フォトリソグラフィ法により、絶縁膜318にTFTのソース電極(導電膜317)に到達するコンタクトホールを形成するとともに、各画素領域上の絶縁膜318、313を除去する。コンタクトホールの形成及び画素領域上の絶縁膜の除去には、例えばドライエッチングを使用することができる。ドライエッチング時の条件としては、例えば、使用するガス及びその流量としてSF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>=150/250(sccm)、圧力が8.0Pa、パワーが600Wとする。

【0195】次いで、図61(b)に示すように、基板311の上側にITOをスパッタ成膜し、フォトリソグラフィ法によりITO膜をパターンニングして、画素電極319を形成する。その後、基板311の上側全面にポリイミドからなる配向膜を0.05~0.1μmの厚さに形成する。これにより、TFT基板310が完成する。

【0196】なお、上記の例では赤色画素領域、緑色画素領域及び青色画素領域の上の絶縁膜313、318をいずれも完全に除去する場合について説明したが、図62に示すように、赤色画素領域、緑色画素領域及び青色画素領域のうちのいずれか1つ又は2つの画素領域に絶縁膜313、318を残してもよい。これにより、色毎にセルギャップを調整した、いわゆるマルチセルギャップの液晶表示装置を実現することができる。例えば、図62に示す例では、青色画素領域に絶縁膜313、318を残し、赤色画素領域及び緑色画素領域の絶縁膜313、318を除去しているので、青色画素と赤色画素及び緑色画素とのセルギャップの差が約0.68μmとなる。マルチセルギャップの液晶表示装置では、色画素毎にセルギャップを調整して光学特性を最適化するので、表示品質がより一層向上するという利点がある。このとき、図63に示すように、TFTのソース電極と画素領

域との間の絶縁膜318を除去してもよい。これにより、ソース電極から画素領域までの間の画素電極319の段差が小さくなり、段切れ(接続不良)を防止することが好ましい。

【0197】また、絶縁膜313、318をドライエッチングする際にエッチング条件を制御して、画素領域に所望の厚さだけ絶縁膜313、318を残してもよい。更に、上記の例では絶縁膜313、318をいずれも無機材料(SiNx)により形成する場合について説明したが、絶縁性の有機材料により形成してもよい。例えば、絶縁膜318をアクリル、ポリイミド及びエポキシ等の樹脂材料で形成する場合は、スピンコート法等により約1μmの厚さに形成し、その後コンタクトホール318aの形成と同時に画素領域の上の樹脂材料を選択的に除去する。このようにすることで、上記の例と同様に、画素領域におけるセルギャップの確保や、マルチセルギャップ化に対応することができる。更に、この場合は、色間の段差は絶縁膜318の膜厚で変化するため、絶縁膜318をスピンコート法等で塗布する際に膜厚を変化させることで、セルギャップを簡単に調整することができる。

【0198】本実施の形態では、セルギャップが同じであるとすると、画素領域に絶縁膜313、318がない分だけ従来の液晶表示装置に比べてガラス基板311、321間の間隔が狭くなる。従って、TFT基板310とCF基板320とをシール材で接合した後、基板310、320間に液晶を注入する方法では、時間がかってしまうことが考えられる。しかしながら、例えばTFT基板310の上に液晶を滴下し、その後CF基板320をTFT基板310上に配置して、TFT基板310とCF基板320とを接合する、いわゆる滴下注入法を用いることにより、製造に要する時間を短縮することができる。

【0199】(第15の実施の形態)図64は本発明の第15の実施の形態の液晶表示装置を示す断面図である。この液晶表示装置は、TFT基板310と、CF基板320と、これらのTFT基板310とCF基板320との間に封入された液晶329とにより構成されている。

【0200】TFT基板310は、最終保護膜331が感光性のアクリル樹脂を材料として形成されていることを除けば、基本的に第14の実施の形態と同じように構成されている。すなわち、ガラス基板311の上にはゲートバスライン312が形成されており、ゲートバスライン312の上及び画素領域の上には絶縁膜(ゲート絶縁膜313が形成されている。

【0201】絶縁膜313の上には、第14の実施の形態と同様に、TFTの活性層となるシリコン膜や、データバスライン、ソース電極及びドレイン電極となる導電層等が形成されている(図59参照)。そして、TFT

の上方には樹脂からなる最終保護膜 331 が形成されており、この最終保護膜 331 がスペーサとしても作用するようになっている。すなわち、最終保護膜 331 の先端部分が CF 基板 340 に接触し、セルギャップを一定に維持するようになっている。

【0202】TFT のソース電極の端部側の最終保護膜は除去されており、ソース電極の端部上から画素領域の絶縁膜 313 の上までの領域上に、ITO からなる画素電極 319 が形成されている。これらの最終保護膜 331 及び画素電極 319 の表面は、配向膜（図示せず）により覆われている。一方、CF 基板 340 は以下のように形成されている。すなわち、ガラス基板 341 の下面側には Cr 等の金属又は黒色樹脂からなるブラックマトリクス 342 が形成されており、このブラックマトリクス 342 により TFT 基板 310 側のゲートバスライン、データバスライン及び TFT が覆われるようになっている。また、CF 基板 340 の下面側の画素領域には、赤色 (R)、緑色 (G) 及び青色 (B) のカラーフィルタ 343 R、343 G、343 B が、TFT 基板 310 側の画素電極に対応して形成されている。

【0203】更に、ブラックマトリクス 343 及びカラーフィルタ 343 R、343 G、343 B の下側には ITO からなるコモン電極 344 が形成されている。更にまた、コモン電極 344 の下には、配向膜（図示せず）が形成されている。図 65 は、上記の TFT 基板の製造方法を示す断面図である。まず、第 14 の実施の形態と同様に、ガラス基板 311 の上に、ゲートバスライン 312、ゲート絶縁膜 313、シリコン膜 314、チャネル保護膜 315、 $n^+$  型シリコン膜 316、導電膜 317 を形成する（図 60 (a) ~ (c) 参照）。

【0204】次に、図 65 (a) に示すように、スピンコート法により、基板 311 の上側全面に感光性アクリル樹脂を約 4  $\mu$ m の厚さに塗布して、感光性アクリル樹脂膜 330 を形成する。次いで、図 65 (b) に示すように、感光性アクリル樹脂を露光及び現像処理して、導電膜 317 及びシリコン膜 314、316 を被覆する最終保護膜 331 を形成する。このとき、TFT のソース側の導電膜 317 の上及び画素領域の上の最終保護膜 331 も除去する。

【0205】その後、ガラス基板 311 の上側全面に ITO 膜を形成した後、この ITO 膜をパターニングして、画素電極 319 を形成する。そして、ガラス基板 311 の上側全面に配向膜（図示せず）を形成し、この配向膜により画素電極 319 及び最終保護膜 331 の表面を覆う。これにより、TFT 基板 310 が完成する。CF 基板は、公知の方法により製造することができるので、ここでは説明を省略する。

【0206】本実施の形態においては、最終保護膜 331 を感光性アクリル樹脂により形成するので、約 4  $\mu$ m と厚く形成することが容易である。そして、この厚く形

成した最終保護膜 331 の先端部分が CF 基板 340 に接触するようにしてセルギャップを一定（約 4  $\mu$ m）に維持する。すなわち、最終保護膜 331 がスペーサとしても作用する。セルギャップは、感光性アクリル樹脂膜の膜厚で決まり、感光性アクリル樹脂膜の膜厚は塗布条件を調整することにより任意に設定することができる。また、画素の色に応じて画素領域のゲート絶縁膜 313 を選択的に除去することにより、マルチセルギャップに対応することもできる。

10 【0207】従って、本実施の形態によれば、第 14 の実施の形態と同様の効果が得られるのに加えて、最終保護膜 331 をスペーサとしても使用するので、製造工程が簡略化され、製造コストを削減できるという利点がある。また、上述したように、マルチセルギャップにも対応することが可能であり、色度、透過率及びコントラスト等の光学特性が最適化された液晶表示装置を製造することができる。

【0208】（第 16 の実施の形態）以下、本発明の第 16 の実施の形態について説明する。図 66 は第 16 の実施の形態の液晶表示装置（液晶パネル）の液晶注入前の状態を示す平面図、図 67 は図 66 の D-D 線による断面図である。なお、図 67 において、ゲートバスライン及びゲート絶縁膜等の図示を省略するとともに、図 1 と同一物には同一符号を付している。

20 【0209】本実施の形態の液晶表示装置の CF 基板 420 は、以下のように構成されている。すなわち、ガラス基板 421 の一方の面側（図 67 では下面側）には赤色カラーフィルタ 423 R、緑色カラーフィルタ 423 G 及び青色カラーフィルタ 423 B がそれぞれ所定のパターンで形成されている。また、本実施の形態では、図 67 に示すように、カラーフィルタ 423 R、423 G、423 B のうちの 2 色のカラーフィルタを積層して、画素間の領域を遮光するブラックマトリクスを形成している。更に、表示領域 401 の外側の遮光領域 402 には、青色カラーフィルタ 423 B と赤色カラーフィルタ 423 R との積層体からなるブラックマトリクスが形成されている。更にまた、液晶注入口 404 の近傍の遮光領域 402 の上には、ギャップ保持用スペーサ 425 c が複数形成されている。更にまた、液晶注入口 404 には、カラーフィルタ 423 R、423 G、423 B が 3 層に積層されてなる柱が複数形成されており、その下にギャップ保持用スペーサ 425 d が形成されている。そして、これらのスペーサ 425 c、425 d の先端部分が TFT 基板 410 に接触して、液晶注入口 404 及びその近傍の遮光領域 402 におけるギャップを一定に維持している。

30 【0210】TFT 基板 410 と CF 基板 420 は、表示領域 401 よりも外側に塗布されたシール材 403 で接合され、その後、液晶注入口 404 を介して TFT 基板 410 と CF 基板 420 との間に液晶が注入される。



一般的に、液晶の注入には真空チャンバを使用される。すなわち、TFT基板とCF基板とをシール材で接合して液晶パネルとした後、その液晶パネルを、液晶を入れた容器とともに真空チャンバ内に入れる。そして、チャンバ内を真空にした後、液晶注入口を液晶中に浸し、チャンバ内を大気圧に戻す。そうすると、圧力の差により液晶パネル内の空間に液晶が注入される。液晶パネル内に液晶が十分に注入された後、液晶注入口を樹脂で封止する。

【0211】例えば、前述した図22に示すような液晶表示装置では、カラーフィルタを積層してブラックマトリクスを形成するので、Cr等でブラックマトリクスを形成する方法に比べて製造工程が簡略化される。また、フォトリソを使用して所定の位置にセルギャップ調整用スペーサを形成するので、表示領域内のセルギャップを一定に維持できる。しかしながら、表示領域外側の遮光領域では、Cr等によりブラックマトリクスを形成した液晶表示装置に比べて、TFT基板とCF基板との間の隙間が小さくなる。そのため、液晶パネル毎の液晶注入速度のばらつきが大きくなり、その結果、注入に要する時間が長くなるだけでなく、注入不足による気泡の発生や、注入過剰によるセルギャップの増大等の不具合が発生するおそれがある。

【0212】これを回避するために、液晶パネル毎に注入時間を調整することも考えられる。しかしながら、液晶パネル毎に注入時間を調整するとすると、製造効率が著しく低下し、製造コストの増大を招いてしまう。一方、本実施の形態では、図67に示すように、液晶注入口404及びその近傍の遮光領域402にスペーサ425d、425cを設けて、これらのスペーサ425d、425cによりTFT基板410とCF基板420との間の隙間を一定に保持するので、液晶注入に要する時間のばらつきが回避され、上述した不具合の発生を防止することができる。

【0213】図68～図70は第16の実施の形態の液晶表示装置のCF基板の製造方法を示す断面図、図71、図72は同じくその平面図である。なお、図71、図72においては、形成すべきブラックマトリクスの形状も合わせて示している。また、図68～図70では、カラーフィルタ形成面上を上側としている。まず、ガラス基板421の上側全面に青色フォトリソを塗布する。その後、所定のパターンのマスクを用いてフォトリソを露光した後、現像処理を施して、図68(a)、図71(a)に示すように、青色画素部と、青色画素部の周囲及び赤色画素部の周囲のブラックマトリクス形成部と、表示領域内のスペーサ形成部(図22参照)と、表示領域外側の遮光領域と、液晶注入口のスペーサ形成部との上に、青色カラーフィルタ423Bを1.7 $\mu$ mの厚さに形成する。

【0214】次に、ガラス基板421の上側全面に赤色

フォトリソを塗布する。その後、所定のパターンのマスクを用いてフォトリソを露光した後、現像処理を施して、図68(b)、図71(b)に示すように、赤色画素部と、各画素部の周囲のブラックマトリクス形成部と、表示領域内のスペーサ形成部と、表示領域外側の遮光領域と、液晶注入口のスペーサ形成部との上に、赤色カラーフィルタ423Rを1.7 $\mu$ mの厚さに形成する。

【0215】この場合、表示領域401内で青色カラーフィルタ423Bの上に積層された赤色カラーフィルタ423Rの厚さは、積層部分の幅(ブラックマトリクスの幅)が狭い(10～40 $\mu$ m)ので、プリベーク及びポストベーク時のレベリングにより、1.7 $\mu$ mよりも薄くなる。一方、遮光領域402及び液晶注入口404のスペーサ形成部で青色カラーフィルタ423Bの上に積層された赤色カラーフィルタ423Rの厚さは、パターンの幅が十分大きいので、画素部の赤色カラーフィルタ423Rとほぼ同じ厚さになる。

【0216】次に、ガラス基板421の上側全面に緑色フォトリソを塗布する。その後、所定のパターンのマスクを用いてフォトリソを露光した後、現像処理を施して、図69(a)、図72(a)に示すように、緑色画素部と、緑色画素部の周囲のブラックマトリクス形成部と、表示領域401内のスペーサ形成部と、液晶注入口404のスペーサ形成部との上に、緑色カラーフィルタ423Gを1.7 $\mu$ mの厚さに形成する。

【0217】この場合も、表示領域401内で青色カラーフィルタ423B又は赤色カラーフィルタ423Gの上に積層された緑色カラーフィルタ423Gの厚さは、積層部分の幅が狭いので、プリベーク及びポストベークによるレベリングにより、1.7 $\mu$ mよりも薄くなる。一方、液晶注入口404の赤色カラーフィルタ423Rの上に形成された緑色カラーフィルタ423Gの厚さは、パターンの幅が大きいので、画素部の緑色カラーフィルタ423Gと同じ厚さとなる。

【0218】次に、図69(b)に示すように、ガラス基板421の上側に、ITOからなる共通電極424を約0.1 $\mu$ mの厚さに形成し、この共通電極424により表示領域401のカラーフィルタ423R、423G、423Bの表面及び遮光領域402のカラーフィルタ423Rの表面を被覆する。但し、液晶注入口404の部分には共通電極を形成しない。

【0219】次いで、ガラス基板421の上側全面にフォトリソを塗布する。そして、所定のパターンのマスクを用いて露光した後、現像処理を施して、図70、図72(b)に示すように、表示領域401内のカラーフィルタ423R、423G、423Bの上にドメイン規制用の突起部425aを形成するとともに、表示領域401内の所定の位置にセルギャップ調整用スペーサ425bを形成し、遮光領域402の所定の位置にギャッ



ブ保持用スペーサ425cを形成し、液晶注入口404の3層のカラーフィルタ423B、423R、423Gからなる柱の上にギャップ保持用スペーサ425dを形成する。

【0220】この場合に、表示領域401内のドメイン規制用突起部425a、及び表示領域401内のセルギャップ調整用スペーサ425bのパターン幅、並びに遮光領域402のギャップ保持用スペーサ425c及び液晶注入口404のギャップ保持用スペーサ425dのパターン幅を調整することにより、スペーサ425c、425dの高さ（基板421の表面からの高さ）を、ドメイン規制用突起部425a及びセルギャップ調整用スペーサ425bよりも高く形成することができる。例えば、表示領域401内のセルギャップ調整用スペーサ425bの高さが5.6μm、表示領域外側の遮光領域402のスペーサ425cの高さが5.8μm、液晶注入口404のスペーサ425dの高さが6.0μmというように、スペーサ425b、425c、425dの高さがそれぞれ異なるようにする。

【0221】その後、ガラス基板421の上側に、配向膜（図示せず）を800Åの厚さに形成し、この配向膜によりカラーフィルタ423R、423G、423B、ドメイン規制用突起部425a及びスペーサ425b、425cの表面を覆う。これにより、CF基板420が完成する。TFT基板410は第1の実施の形態と同様であるので、ここではTFT基板410の製造方法の説明を省略する。

【0222】このようにして形成したCF基板420の縁部に沿ってシール材を塗布し、スペーサ425b、425c、425dの先端部分をTFT基板410に接触させて、TFT基板410とCF基板420とを接合し、液晶パネル400とする。但し、液晶注入口404の部分にはシール材を塗布せず、接合後のTFT基板410とCF基板420との間の内部空間が液晶注入口404を介して外部と連絡した状態とする。

【0223】その後、真空チャンバ内に、液晶パネル400とともに液晶の入った容器を入れて、チャンバ内を真空にする。そして、液晶注入口404を液晶中に浸し、チャンバ内を大気圧に戻す。そうすると、圧力の差により、液晶が液晶パネル400の内部空間に注入される。このとき、本実施の形態では、液晶注入口404及びその近傍の遮光領域402ではスペーサ425d、425cが形成されているので、TFT基板410とCF基板420との間の隙間が比較的大きく、カラーフィルタを積層してブラックマトリクスとしているにもかかわらず、液晶の注入速度が比較的速度い。

【0224】次いで、液晶パネル内に液晶が十分注入された後、液晶注入口404にUV硬化性樹脂を充填し、UV照射して液晶注入口404を封止する。このとき、UV硬化性樹脂が収縮して液晶注入口404及び遮光領

域402におけるギャップが狭められる。これにより、液晶パネルの全体にわたってギャップが均一化される。

【0225】このようにして、セルギャップが約4.0μmで液晶パネル全体にわたって均一な液晶パネルが得られる。その後液晶パネルの上側及び下側に偏光板をクロスニコルに配置して貼り付ける。これにより、液晶表示装置が完成する。上記の方法により液晶表示装置を実際に製造し、液晶注入に要する時間を測定したところ、遮光領域402及び液晶注入口404にスペーサを形成しない場合に比べて、液晶注入時間を約20%短縮することができた。

【0226】（付記）

（1）請求項2に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記現像工程の後に、ポストバークする工程を有することが好ましい。

（2）請求項2に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記露光工程において、前記スペーサを形成する領域と前記突起部を形成する領域との露光量を異なるものとしてもよい。

【0227】（3）請求項2に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記マスクの前記スペーサパターンの光透過率と、前記突起パターンの光透過率とが異なることが好ましい。

（4）請求項2に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記露光工程において、前記マスクを前記フォトリソ膜に対し平行な方向にずらしながら複数回露光することにより、前記スペーサを形成する領域と前記突起部を形成する領域との露光量を異なるものとしてもよい。

【0228】（5）請求項2に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記露光工程において、回折光を利用して前記スペーサを形成する領域と前記突起部を形成する領域との露光量を異なるものとしてもよい。

（6）請求項8に記載の液晶表示装置において、前記緑色画素のエッジが、緑色カラーフィルタの上に形成された赤色カラーフィルタのエッジで決定され、前記赤色画素のエッジが、赤色カラーフィルタの上に形成された青色カラーフィルタのエッジで決定され、前記青色画素のエッジが、1層目の緑色カラーフィルタのエッジにより決定されることが好ましい。

【0229】（7）請求項8に記載の液晶表示装置において、前記緑色画素のエッジが、緑色カラーフィルタの上に形成された青色カラーフィルタのエッジで決定され、前記赤色画素のエッジが、赤色カラーフィルタの上に形成された青色カラーフィルタのエッジで決定され、前記青色画素のエッジが、1層目の緑色カラーフィルタのエッジにより決定されていてもよい。

【0230】（8）請求項10に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記基板が、ガラスよりも紫外線吸収能力が高い材料からなることが好ましい。

( 9 ) 請求項 10 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記第 1 のカラーフィルタ及び前記第 2 のカラーフィルタの少なくとも一方に、紫外線吸収材が添加されていることが好ましい。

【 0 2 3 1 】 ( 1 0 ) 請求項 10 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記基板の表面上に、前記基板の材料に比べて紫外線吸収能力が優れた材料からなる皮膜が形成されていてもよい。

( 1 1 ) 請求項 17 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記ブラックマトリクスは、2 色以上のカラーフィルタを積層して形成することが好ましい。

【 0 2 3 2 】 ( 1 2 ) 請求項 23 又は請求項 24 に記載の液晶表示装置において、画素の色に応じて、前記画素領域上に介在する前記最終保護膜の厚さが異なるようにしてもよい。

( 1 3 ) 請求項 23 又は請求項 24 に記載の液晶表示装置において、前記最終保護膜が、絶縁性の無機材料により形成されていてもよい。

【 0 2 3 3 】 ( 1 4 ) 請求項 23 又は請求項 24 に記載の液晶表示装置において、前記最終保護膜が、絶縁性の有機材料により形成されていてもよい。

( 1 5 ) 請求項 25 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記エッチング工程において、画素の色に応じて、前記画素領域上に残す前記第 1 の絶縁膜、又は前記第 2 の絶縁膜の厚さを変化させてもよい。

【 0 2 3 4 】 ( 1 6 ) 請求項 25 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記第 2 の絶縁膜のうち、前記薄膜トランジスタの上方の部分、セルギャップを維持するためのスペーサとして用いることができる。

( 1 7 ) 請求項 25 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記第 2 の絶縁膜を無機材料により形成することができる。

【 0 2 3 5 】 ( 1 8 ) 請求項 25 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記第 2 の絶縁膜を有機材料により形成してもよい。

( 1 9 ) 請求項 28 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記表示領域内の所定の領域に、前記赤色、青色及び緑色のカラーフィルタを 3 層に積層し、その上に、前記ドメイン規制用突起部と同時にセルギャップ調整用スペーサを形成して、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを接合するときに、該セルギャップ調整用スペーサの先端を前記第 2 の基板に接触させることが好ましい。

【 0 2 3 6 】 ( 2 0 ) 請求項 28 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記第 1 のギャップ保持用スペーサの形成と同時に、前記表示領域外側のブラックマトリクスの上に第 2 のギャップ保持用スペーサを形成することが好ましい。

( 2 1 ) 請求項 28 に記載の液晶表示装置の製造方法において、前記第 1 のギャップ保持用スペーサを、前記セ

ルギャップ調整用スペーサよりも高く形成することが好ましい。

【 0 2 3 7 】

【発明の効果】以上説明したように、セルギャップを一定に維持するためのスペーサと、該スペーサよりも高さが低いドメイン規制用突起部とを、フォトリソ膜を使用して同時に形成することにより、視角特性が良好な液晶表示装置を容易に形成することができる。

【 0 2 3 8 】 また、赤色、緑色及び青色のうちの 2 色以上のカラーフィルタを積層してブラックマトリクスとする液晶表示装置において、上層のカラーフィルタのエッジにより赤色画素、緑色画素及び青色がそのうちのいずれか 2 以上の画素のエッジを決定する構造とすることにより、露光装置のステージからの反射光による画素のエッジの位置ずれを回避することができる。これにより、液晶表示装置の表示品質が向上する。

【 0 2 3 9 】 更に、相互に高さが異なる第 1 のスペーサ及び第 2 のスペーサを形成し、通常時には第 1 のスペーサのみでセルギャップを維持し、高い圧力が加えられたときに第 1 スペーサ及び第 2 のスペーサでセルギャップを維持することにより、温度変化による液晶の熱膨張及び熱収縮に起因する表示品質の劣化を回避することができる。オートクレープ等による高い圧力の印加に起因するスペーサの塑性変形や画素電極とコモン電極との短絡を回避することができる。スペーサが、圧縮変位が異なる複数の膜を積層して構成されている場合も、同様の効果が得られる。

【 0 2 4 0 】 更にまた、荷電に対する変位量が所定の不等式を満足するようにスペーサの材質及び密度を設定することにより、温度による液晶の熱膨張及び熱収縮に応じて適度にスペーサが伸縮する。これにより、液晶の熱膨張及び熱収縮に起因する表示品質の劣化を回避することができる。更に、複数色のうちの少なくとも 1 色の画素領域で、画素電極と透明基板との間に最終保護膜が介在しない構造、又は画素電極と透明基板との間に介在する最終保護膜の厚さが薄膜トランジスタ上の最終保護膜の厚さよりも薄い構造とすることにより、セルギャップ調整用スペーサの高さを低くしても、所定のセルギャップ調整用スペーサの形成が容易になる。

【 0 2 4 1 】 更にまた、液晶注入口の部分にカラーフィルタを 2 層以上に積層した柱を形成するとともに、この柱の上にスペーサを形成して、これにより液晶注入口の部分のギャップを確保することにより、液晶時間のばらつきが回避され、液晶の注入不足による気泡の発生や、注入過多によるセルギャップの不均一に起因する表示品質の低下が防止される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は本発明の第 1 の実施形態の液晶表示装置の断面図である。

【図 2】図 2 は同じくその液晶表示装置のスペーサ形成部を拡大して示す図である。

【図 3】図 3 は同じくその液晶表示装置の TFT 基板を示す平面図である。

【図 4】図 4 は同じくその液晶表示装置の CF 基板を示す平面図である。

【図 5】図 5 は第 1 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 1）である。

【図 6】図 6 は第 1 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 2）である。

【図 7】図 7 は第 1 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 3）である。

【図 8】図 8 は第 1 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 4）である。

【図 9】図 9 は第 1 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 5）である。

【図 10】図 10 は第 2 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、マスクの遮光パターンと画素との位置関係を示す図である。

【図 11】図 11 は第 2 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、形成後のスペーサ及び突起部のパターンを示す図である。

【図 12】図 12 (a) は図 11 の B-B 線の位置における断面図、図 12 (b) は図 11 の C-C 線の位置における断面図である。

【図 13】図 13 は第 2 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、突起部形成領域における断面図である。

【図 14】図 14 は第 2 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、スペーサ形成領域における断面図である。

【図 15】図 15 は第 2 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、現像後の膜厚が  $1.5 \mu\text{m}$  となる露光量が通常の露光量の  $1/2$  となるレジストを使用する場合のパターン露光を示す図である。

【図 16】図 16 は第 3 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、露光工程における模式的断面図である。

【図 17】図 17 は第 3 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、突起部形成用パターンを示す図である。

【図 18】図 18 は第 3 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、露光工程における突起部形成領域の模式的断面図である。

【図 19】図 19 は第 3 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図であり、透過率の低い材料からなるパターンを用いて突起部を形成する方法を示す図である。

【図 20】図 20 は第 4 の実施の形態の液晶表示装置の

CF 基板の製造方法を示す図であり、露光工程における模式的断面図である。

【図 21】図 21 は図 20 の突起部形成領域を拡大して示す図である。

【図 22】図 22 は第 5 の実施の形態の液晶表示装置の断面図である。

【図 23】図 23 はカラーフィルタの厚さとスペーサの高さとの関係を示す図である。

【図 24】図 24 は第 5 の実施の形態の CF 基板の製造方法を示す図（その 1）である。

【図 25】図 25 は第 5 の実施の形態の CF 基板の製造方法を示す図（その 2）である。

【図 26】図 26 は第 6 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図である。

【図 27】図 27 はカラーフィルタとなるフォトリソの露光工程を示す模式的断面図である。

【図 28】図 28 はカラーフィルタを積層して構成されたブラックマトリクスの一般的な例を示す図である。

【図 29】図 29 は第 7 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す断面図である。

【図 30】図 30 は同じくその CF 基板の製造方法を示す平面図である。

【図 31】図 31 は第 7 の実施の形態を示す図であり、画素部のエッジを決めるカラーフィルタのエッジを示す図である。

【図 32】図 32 は第 7 の実施の形態のうち、紫外線吸収膜を形成した基板を用いた例を示す図である。

【図 33】図 33 は第 8 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す断面図である。

【図 34】図 34 は同じくその CF 基板の製造方法を示す平面図である。

【図 35】図 35 は第 8 の実施の形態を示す図であり、画素部のエッジを決めるカラーフィルタのエッジを示す図（その 1）である。

【図 36】図 36 は第 8 の実施の形態を示す図であり、画素部のエッジを決めるカラーフィルタのエッジを示す図（その 2）である。

【図 37】図 37 は第 9 の実施の形態の液晶表示装置の模式的平面図である。

【図 38】図 38 は同じくその液晶表示装置のブラックマトリクスに沿った位置における断面図である。

【図 39】図 39 は圧縮荷重に対するセルギャップの変化を計算した結果を示す図である。

【図 40】図 40 は第 9 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す断面図（その 1）である。

【図 41】図 41 は第 9 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す断面図（その 2）である。

【図 42】図 42 はカラーフィルタの上にノボラック樹脂膜を形成してスペーサとした液晶表示装置を示す図である。

【図 4 3】図 4 3 は図 4 2 の構造のスペーサの圧縮変位曲線を示す図である。

【図 4 4】図 4 4 は圧縮荷重に対する樹脂スペーサの変位量を計算した結果を示す図である。

【図 4 5】図 4 5 は第 10 の実施の形態の液晶表示装置の断面図である。

【図 4 6】図 4 6 は第 10 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す断面図（その 1）である。

【図 4 7】図 4 7 は第 10 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す断面図（その 2）である。

【図 4 8】図 4 8 は第 11 の実施の形態の液晶表示装置の平面図である。

【図 4 9】図 4 9 は同じくその液晶表示装置の断面図である。

【図 5 0】図 5 0 は第 11 実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 1）である。

【図 5 1】図 5 1 は第 11 実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 2）である。

【図 5 2】図 5 2 は第 12 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 1）である。

【図 5 3】図 5 3 は第 12 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板の製造方法を示す図（その 2）である。

【図 5 4】図 5 4 は第 12 の実施の形態の液晶表示装置の CF 基板を示す平面図（模式図）である。

【図 5 5】図 5 5 はスペーサの荷重変位特性を示す図である。

【図 5 6】図 5 6 はスペーサの分布密度を変えて高温だぶつき及び低温発泡の有無を調べた結果を示す図である。

【図 5 7】図 5 7 は第 13 の実施の形態の液晶表示装置のセルギャップ保持用スペーサの例を示す図である。

【図 5 8】図 5 8 は第 14 の実施の形態の液晶表示装置の TFT 基板の断面図である。

【図 5 9】図 5 9 は同じくその TFT 形成部近傍を拡大して示す図である。

【図 6 0】図 6 0 は第 14 の実施の形態の液晶表示装置の TFT 基板の製造方法を示す断面図（その 1）である。

【図 6 1】図 6 1 は第 14 の実施の形態の液晶表示装置の TFT 基板の製造方法を示す断面図（その 2）である。

【図 6 2】図 6 2 は第 14 の実施の形態の変形例を示す図であり、青色画素の画素電極の下に絶縁膜を残し、赤色画素領域及び緑色画素領域の画素電極の下の絶縁膜を除去した例を示す図である。

【図 6 3】図 6 3 は第 14 の実施の形態において、TFT のソース側の導電膜が露出するように絶縁膜をエッチングした例を示す図である。

【図 6 4】図 6 4 は第 15 の実施の形態の液晶表示装置を示す断面図である。

【図 6 5】図 6 5 は第 15 の実施の形態の液晶表示装置の TFT 基板の製造方法を示す断面図である。

【図 6 6】図 6 6 は第 16 の実施の形態の液晶表示装置の液晶注入前の状態を示す平面図である。

【図 6 7】図 6 7 は図 6 6 の D-D 線による断面図である。

【図 6 8】図 6 8 は第 16 の実施の形態の液晶表示装置の製造方法を示す断面図（その 1）である。

【図 6 9】図 6 9 は第 16 の実施の形態の液晶表示装置の製造方法を示す断面図（その 2）である。

【図 7 0】図 7 0 は第 16 の実施の形態の液晶表示装置の製造方法を示す断面図（その 3）である。

【図 7 1】図 7 1 は第 16 の実施の形態の液晶表示装置の製造方法を示す平面図（その 1）である。

【図 7 2】図 7 2 は第 16 の実施の形態の液晶表示装置の製造方法を示す平面図（その 2）である。

【図 7 3】図 7 3 は従来の MVA 型液晶表示装置の一例を示す断面図（模式図）である。

【図 7 4】図 7 4 は図 7 3 に示す MVA 型液晶表示装置の電圧印加時の状態を示す断面図（模式図）である。

【図 7 5】図 7 5 は従来の MVA 型液晶表示装置の他の例を示す断面図（模式図）である。

【符号の説明】

10、101、210、220、230、310、32

1、410、510…TFT 基板、

11、21、221、231、241、261、31

1、421、511、521…ガラス基板、

12a、312…ゲートバスライン、

13、313…絶縁膜（ゲート絶縁膜）、

14a…データバスライン、

15、318、331…絶縁膜（最終保護膜）、

16a、216、236、319、516…画素電極、

16b、516a…スリット（画素電極のスリット）

17、26、217、226、237、248…配向膜、

18…TFT、

18a、314、316…シリコン膜、

18b…ソース電極、

18c…ドレイン電極、

20、220、240、320、420、520…CF 基板、

22、222、242、262、342、522…ブラックマトリクス、

23R、23G、23B、102R、102G、102

B、223R、223G、223B、243R、243

G、243B、263R、263G、263B、323

R、323G、323B、343R、343G、343

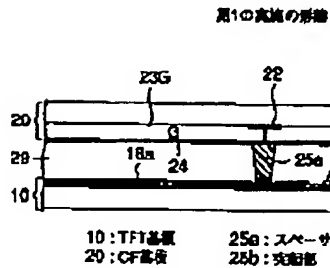
B、423R、423G、423B、523…カラーフ

ィルタ、

24、103、224、245、264、324、34

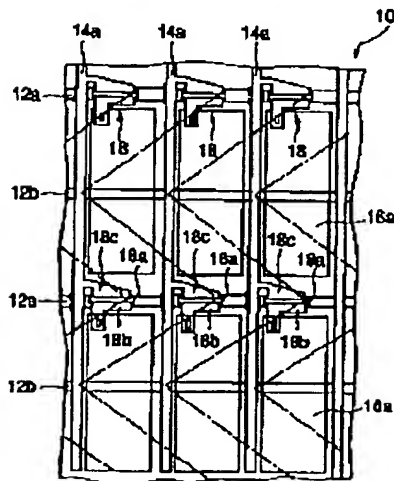
4, 424, 524…コモン電極、  
 25, 42, 102…レジスト、  
 25a, 25c, 25d, 41a, 42a, 225a,  
 225b, 225, 251, 252, 265a, 425  
 c, 425d…スペーサ、  
 25b, 41b, 42b, 246a, 247a…突起  
 部、  
 27, 28, 31, 32, 33, 34…マスク、  
 29, 219, 259, 329, 529…液晶、  
 32a…開口部、  
 106…露光機のステージ、  
 228…ノボラック樹脂膜、

【図1】



【図3】

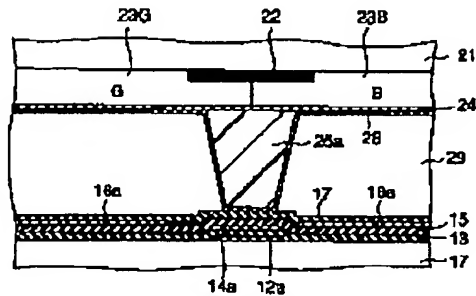
第1の実施の形態の液晶表示装置のTFT基板



12a: ゲートバスライン  
 14a: コモンバスライン  
 18: TFT

225c, 225d, 246b, 247…樹脂膜、  
 265…レジスト膜、  
 318…絶縁膜、  
 314…チャンネル保護膜、  
 317…導電膜  
 401…表示領域、  
 402…遮光領域、  
 403…シール材、  
 404…液晶注入口、  
 10 425b…セルギャップ調整用スペーサ、  
 425c, 425d…ギャップ保持用スペーサ、  
 425a, 517…ドメイン規制用突起部。

【図2】

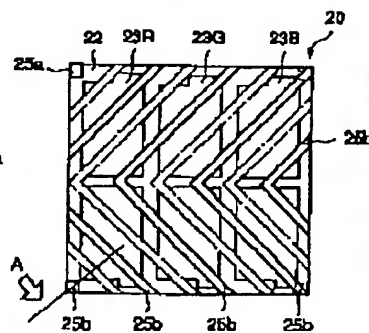


18a: 画素電極  
 24: コモン電極  
 23B, 23G: カラーフィルタ

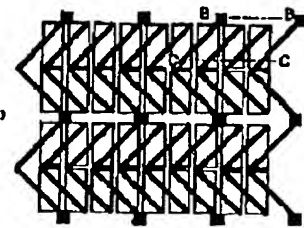
【図4】

【図11】

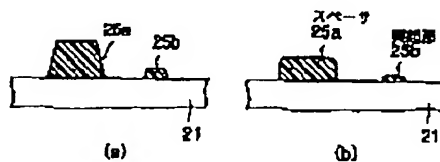
CF基板 (平面図)



スペーサ及び突起部のパターン

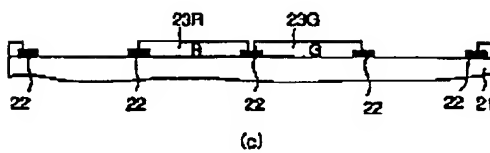
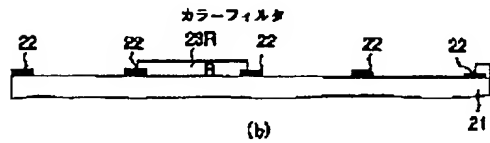
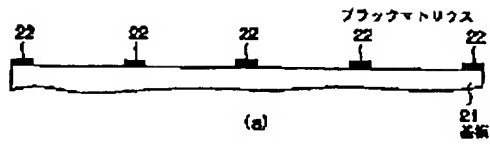


【図8】



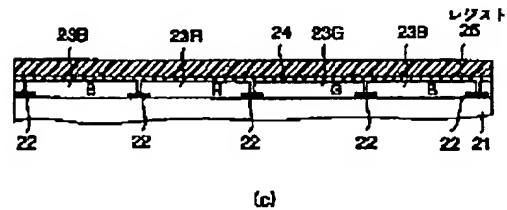
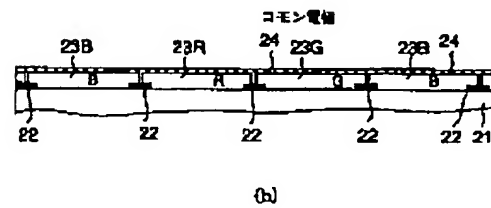
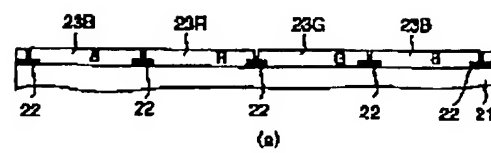
【図5】

CF基板の製造方法 (1)



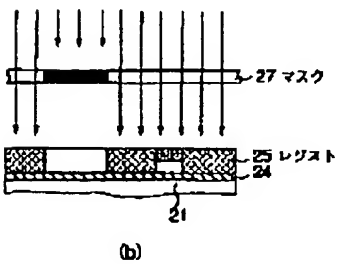
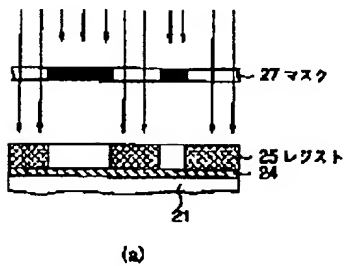
【図6】

CF基板の製造方法 (2)

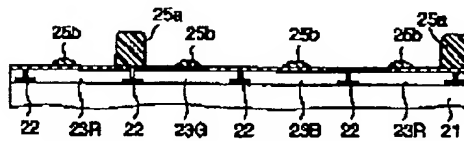


【図7】

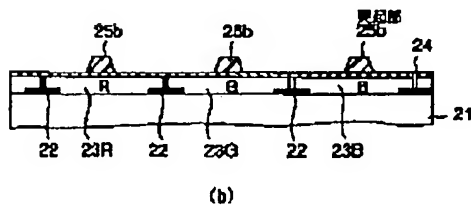
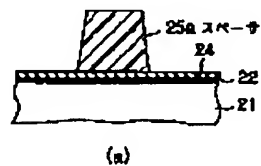
スペーサ及び突起部の形成方法



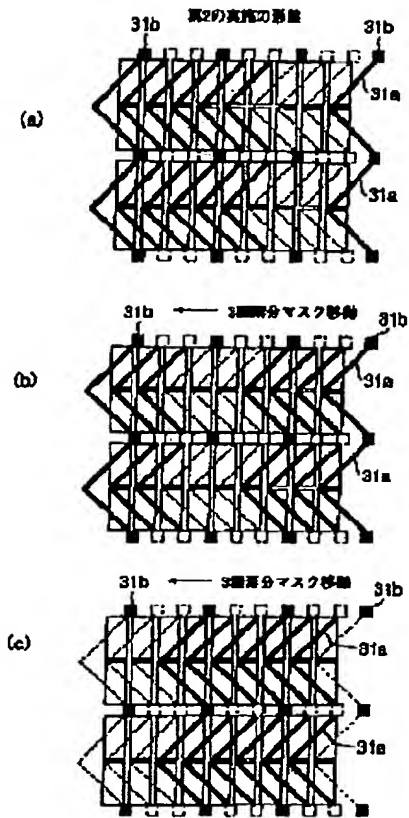
【図9】



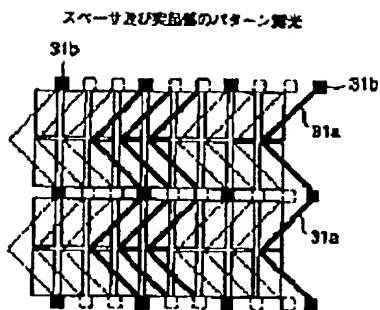
【図12】



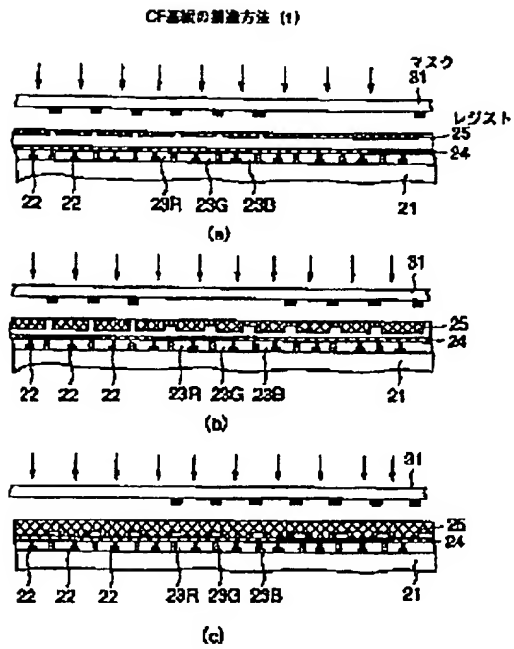
【図10】



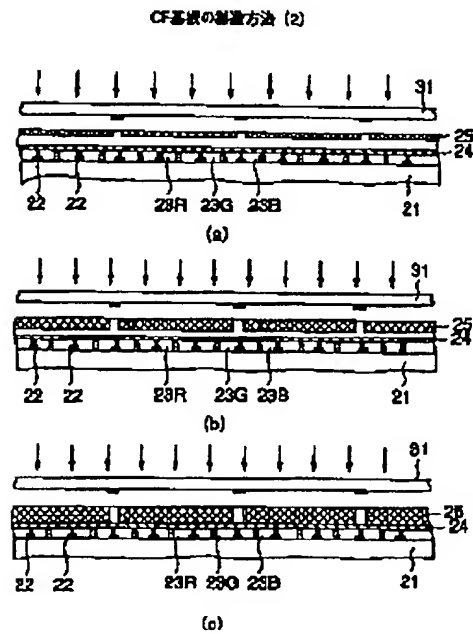
【図15】



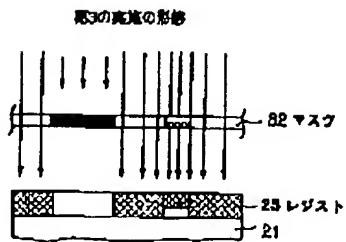
【図13】



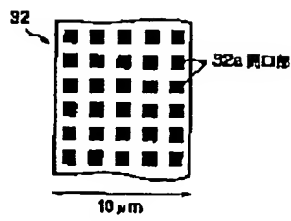
【図14】



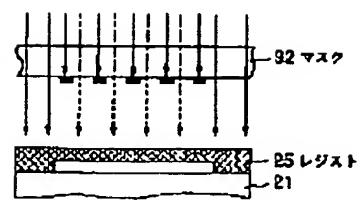
【図16】



【図17】



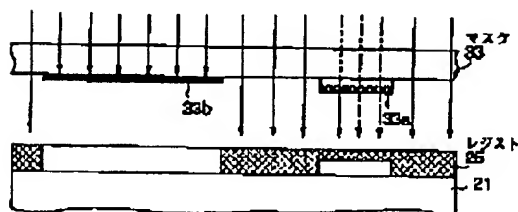
【図18】



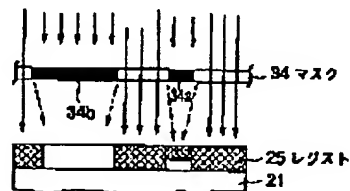
【図20】

【図19】

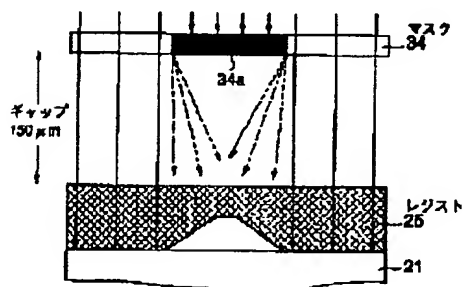
スペーサ及び突起部パターンの露光



第4の実施の形態

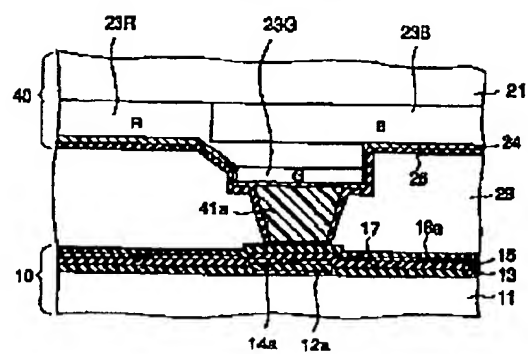


【図21】



【図22】

第5の実施の形態

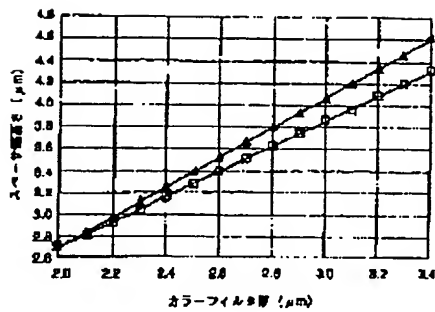


10: TFT基層  
18a: 画素電極  
23R, 23G, 23B: カラーフィルタ  
24: コモン電極  
40: TFT基層  
41a: スペーサ



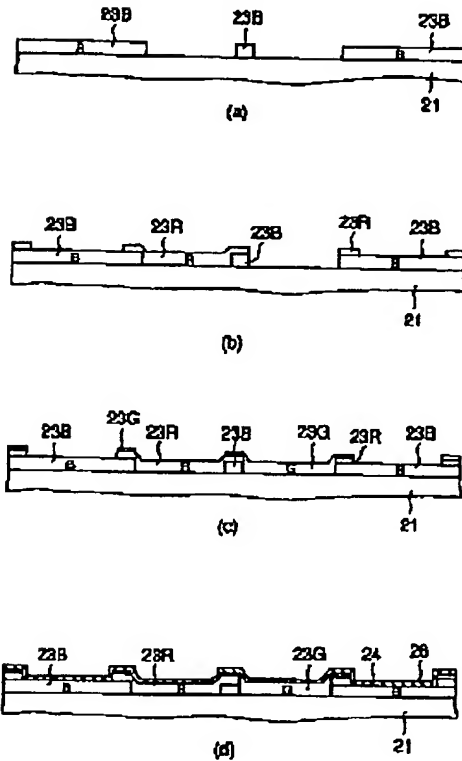
【図23】

カラーフィルタの厚さとスペーサの高さ

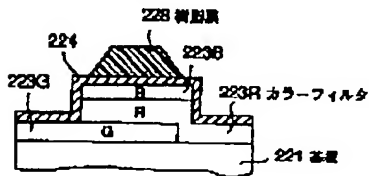


【図24】

CF基盤の製造方法 (1)

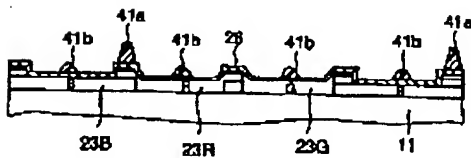


【図42】



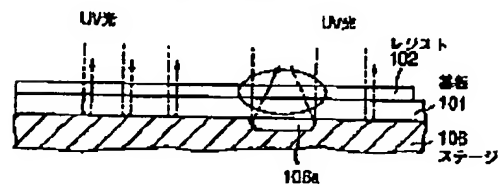
【図25】

CF基盤の製造方法 (2)



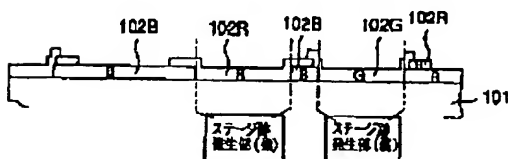
【図27】

露光機ステージでの光の照射



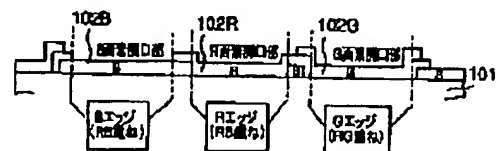
【図28】

カラーフィルタの設置によるブラックマトリクス

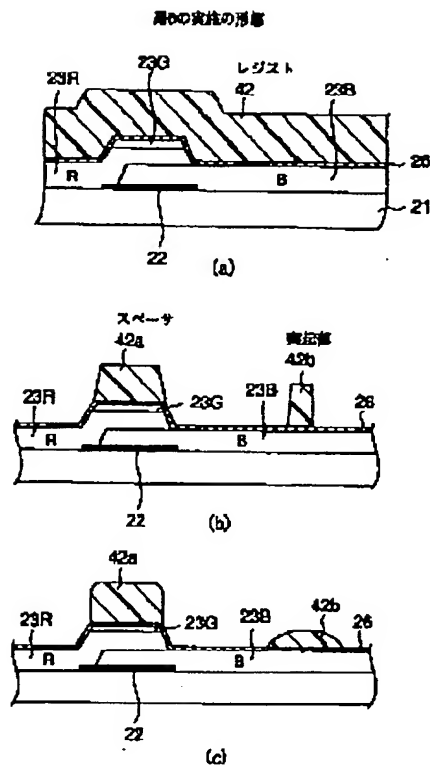


【図31】

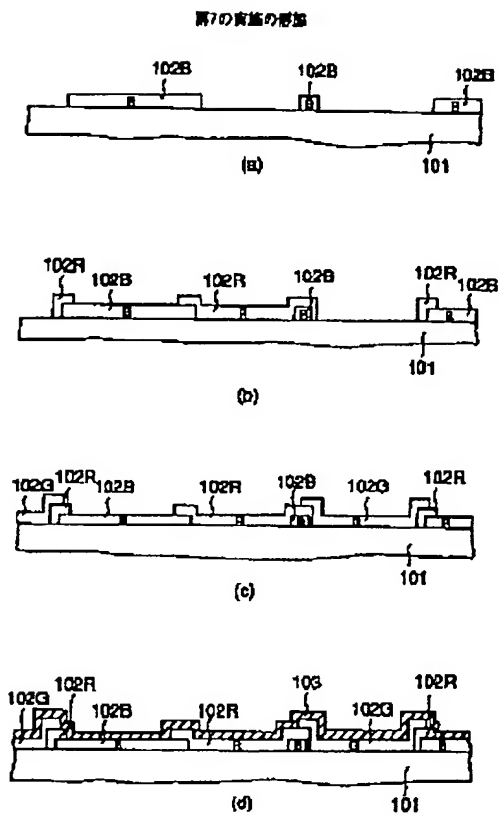
画素部のエッジ



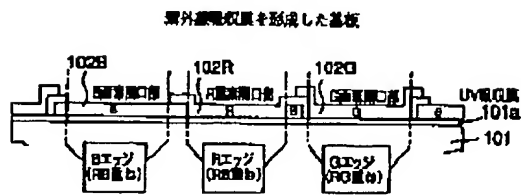
【図26】



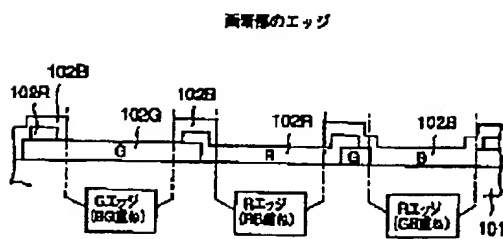
【図29】



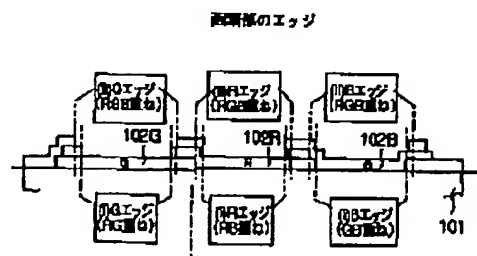
【図32】



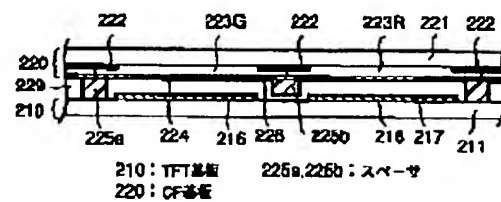
【図36】



【図35】

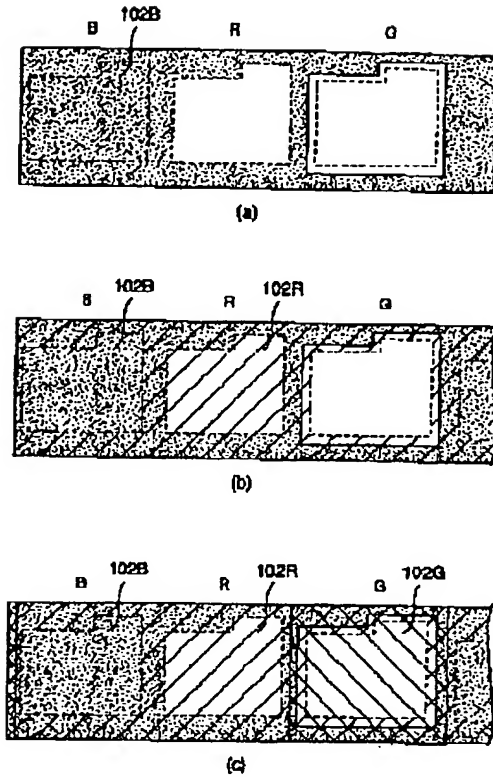


【図38】



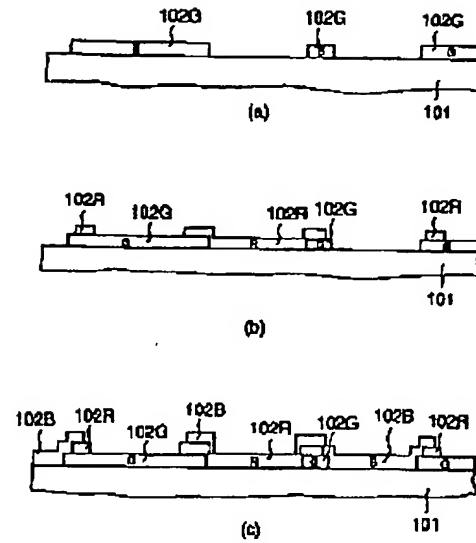
【図30】

CF基板の製造方法（平面図）



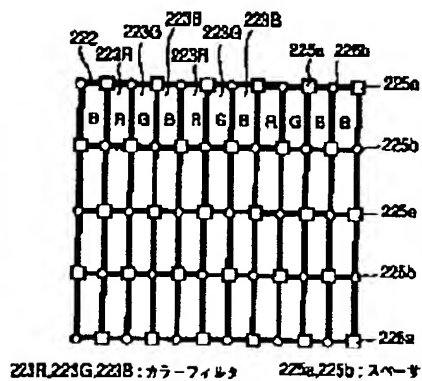
【図33】

第6の実施の形態



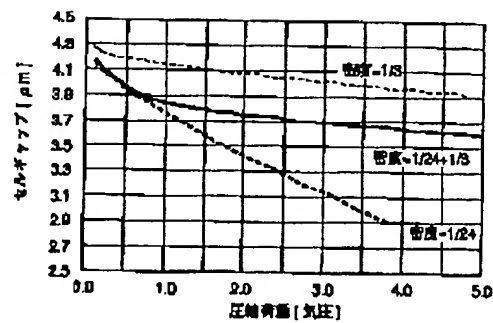
【図37】

第8の実施の形態

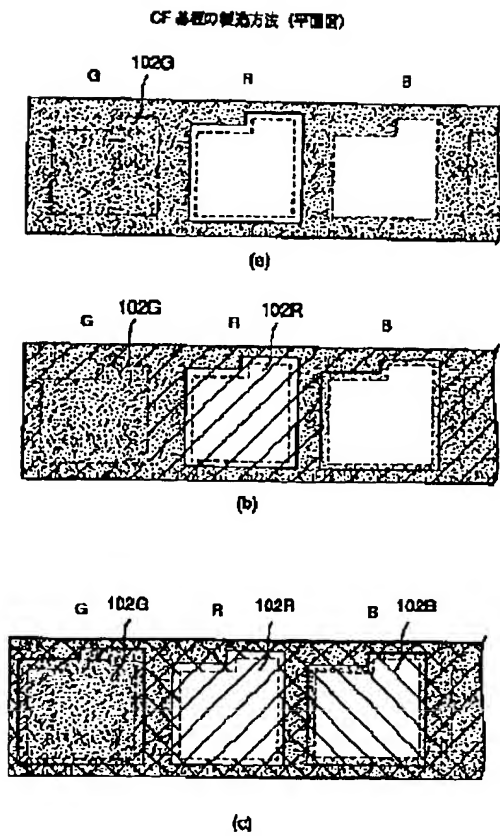


【図39】

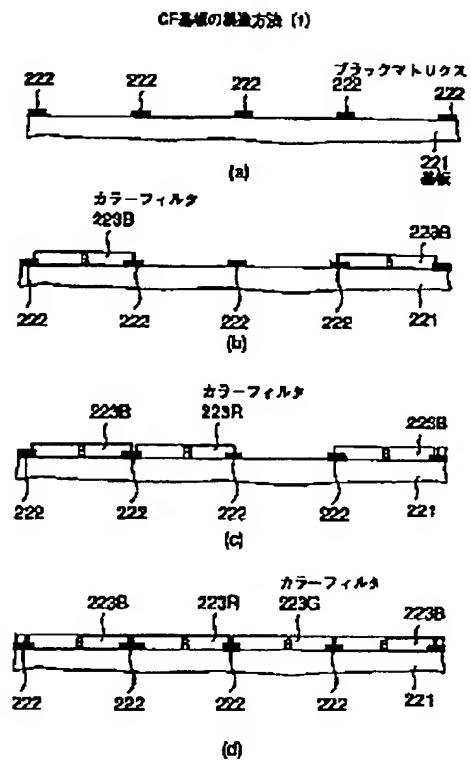
パネルへの圧縮荷重に対するセルギャップ計算値



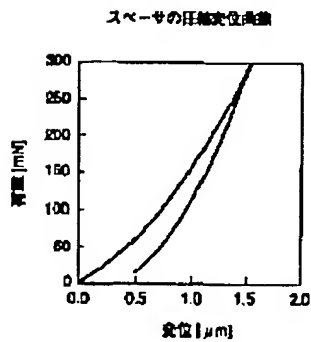
【図34】



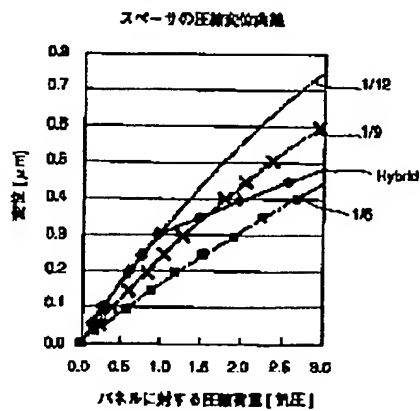
【図40】



【図43】

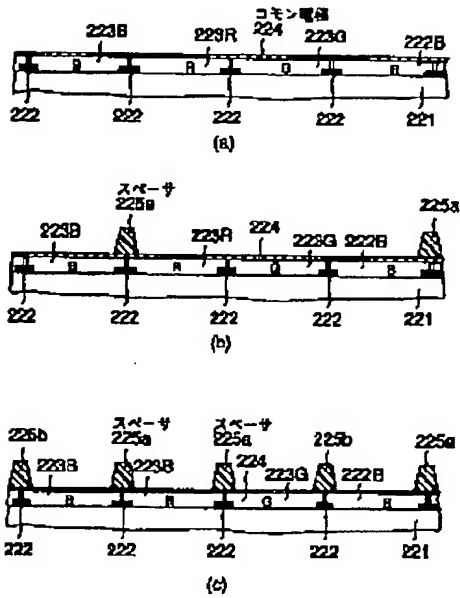


【図44】



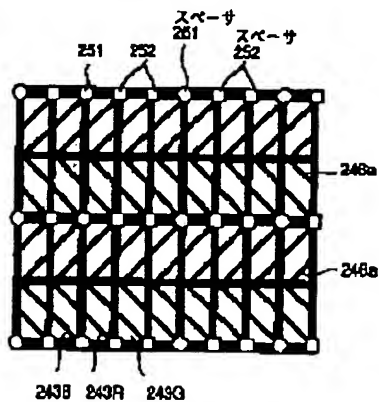
【図41】

CF基板の製造方法 (2)



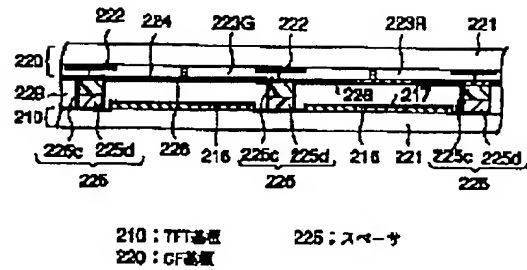
【図48】

図11の実施の形態



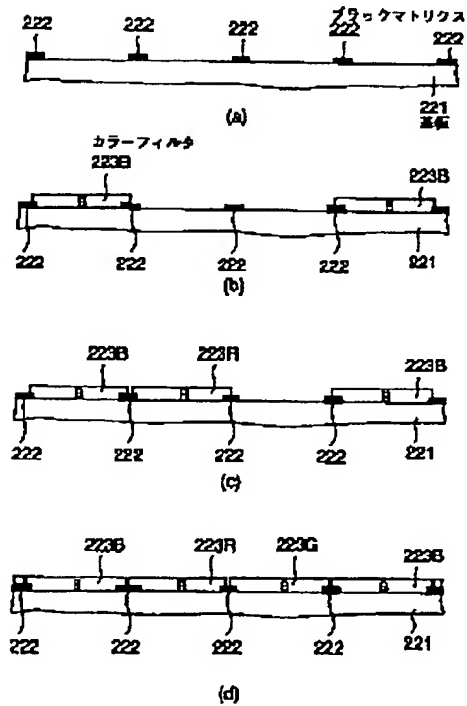
【図45】

図10の実施の形態



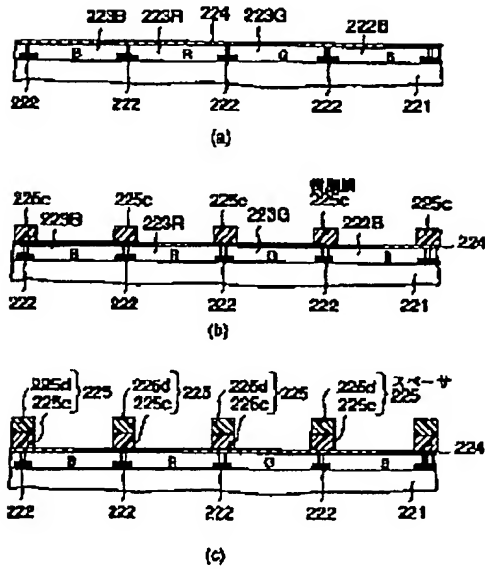
【図46】

CF基板の製造方法 (1)

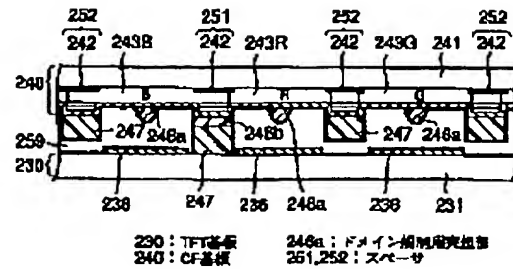


【図47】

CF基板の製造方法 (2)



【図49】



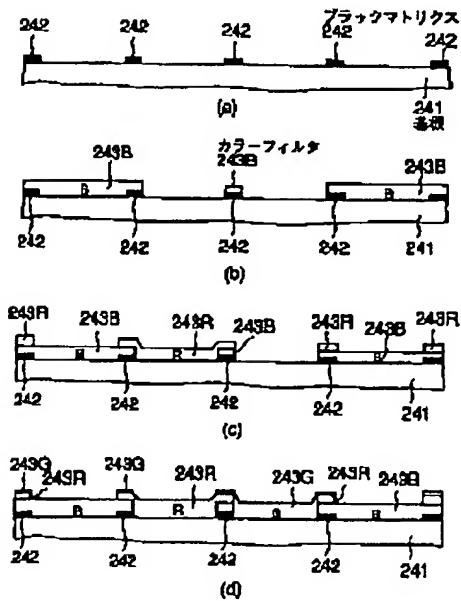
【図56】

スペースの分布密度と不良品の発生との関係

試料番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
密度 個/cm <sup>2</sup>	141	283	867	1133	3402
$x$ $\mu$ m	0.57	0.38	0.36	0.17	0.09
$x/d$	0.143	0.095	0.093	0.049	0.022
高圧だめつけ 80/℃	発生無し	発生無し	発生無し	発生有り	発生有り
低圧密着 -20℃	発生無し	発生無し	発生無し	発生有り	発生有り

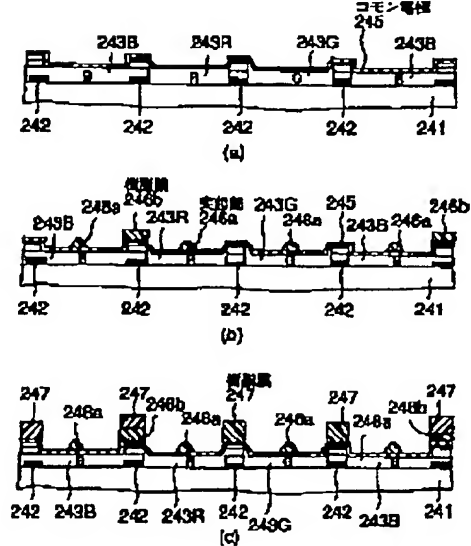
【図50】

CF基板の製造方法 (1)



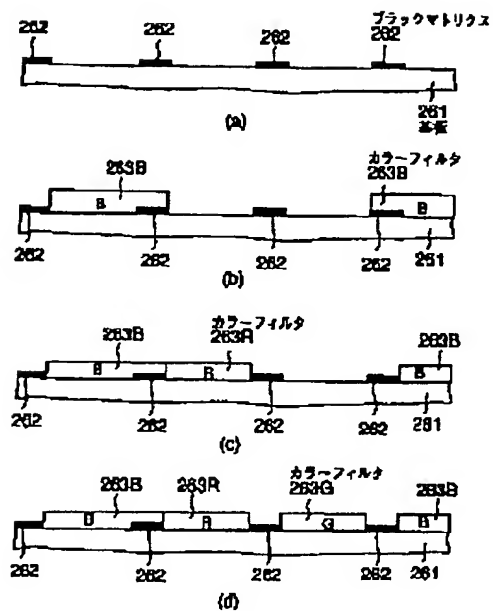
【図51】

CF基板の製造方法 (2)

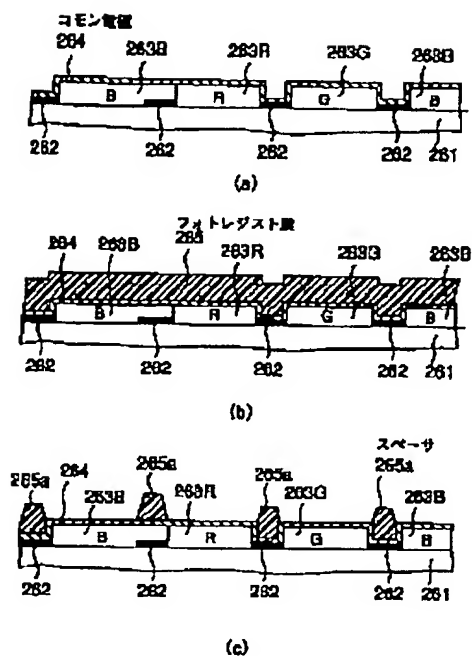


【图 5 2】

### 第12の實施の形態

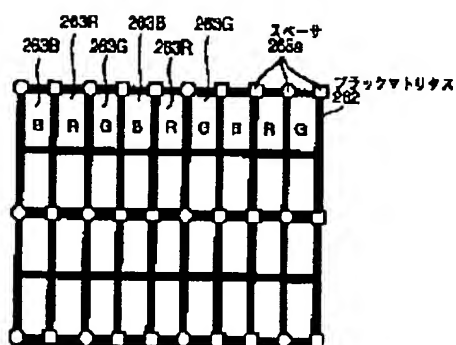


【图 5 3】



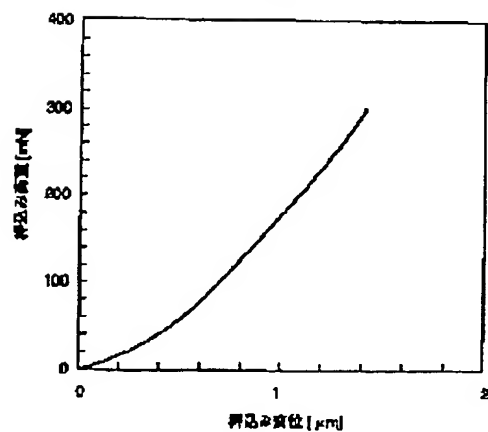
【図54】

CF 基板 (平型)



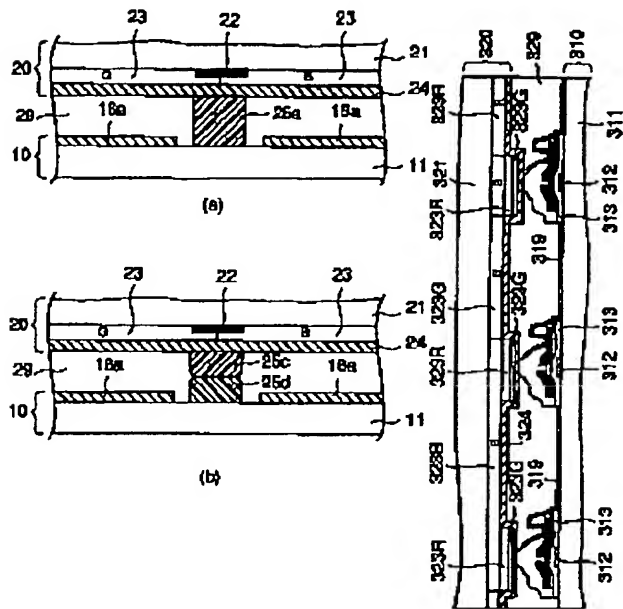
【图 5 5】

### スベーサの消磁特性



【図57】

セルギャップ保持用スペーサの例

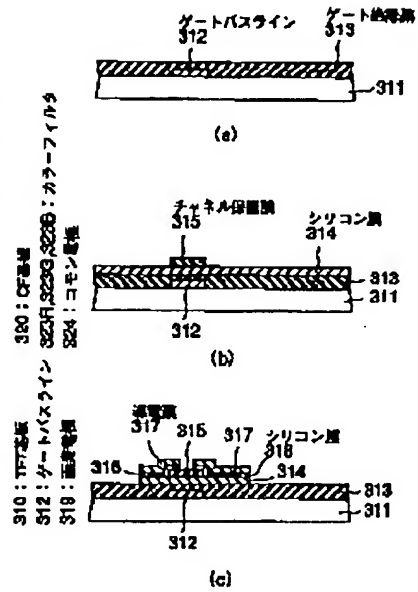


【図58】

図14の突起の形成

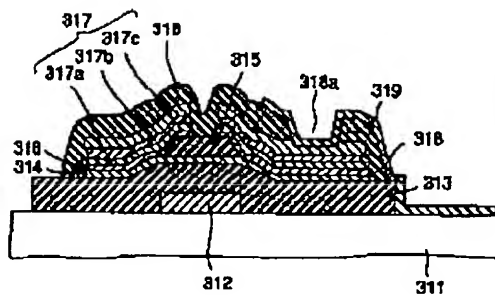
【図60】

TFT基板の製造方法 (1)



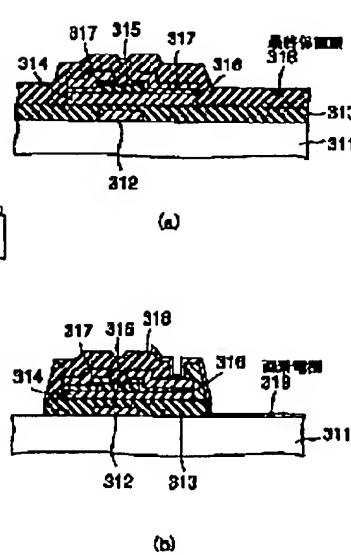
【図59】

TFT形成部の拡大図



【図61】

TFT基板の製造方法 (2)



311 : ガラス基板  
312 : ゲートバスライン  
313, 318 : 絶縁膜  
314, 318 : シリコン膜  
315 : チャンネル保護膜  
319 : 画素電極



【图62】

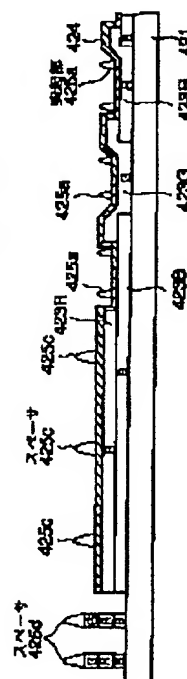
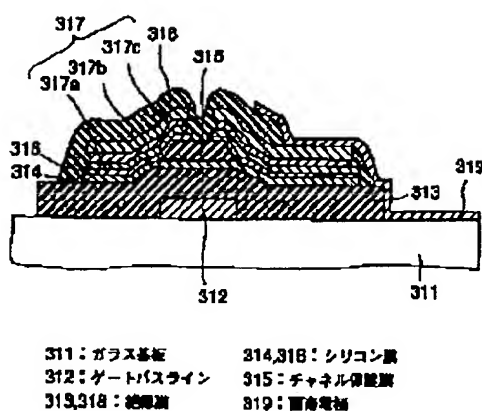
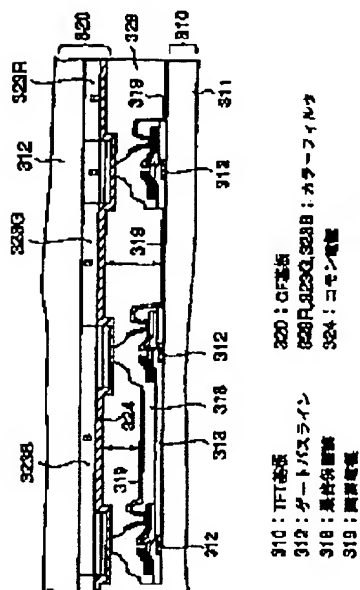
【图 6-3】

【圖 70】

マルチセルギャップの演算表示結果

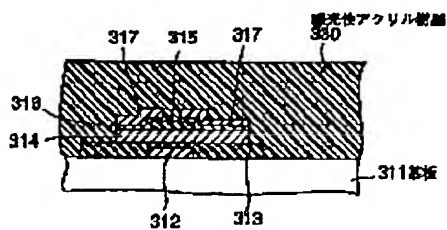
### TFT 形成部の拡大図

CF混成物の製造方法 (新国語2)

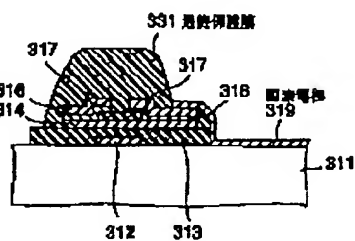


【図 6 5】

## TFT 基板の製造方法



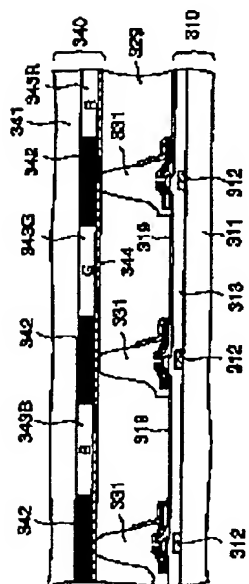
(a)



(b)

【图 6 4】

図15の成土の形態

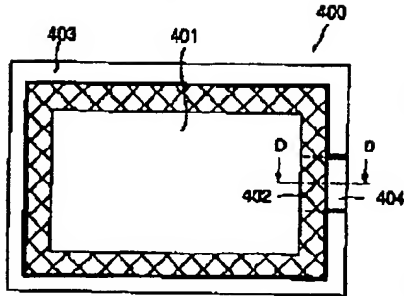


940: 水曜夜  
 942: プラッタマトリクス  
 944: コモンゲーム  
 946: 水曜夜  
 948: プラッタマトリクス  
 950: コモンゲーム  
 952: 水曜夜  
 954: プラッタマトリクス  
 956: コモンゲーム  
 958: 水曜夜  
 960: プラッタマトリクス  
 962: コモンゲーム  
 964: 水曜夜  
 966: プラッタマトリクス  
 968: コモンゲーム  
 970: 水曜夜  
 972: プラッタマトリクス  
 974: コモンゲーム  
 976: 水曜夜  
 978: プラッタマトリクス  
 980: コモンゲーム  
 982: 水曜夜  
 984: プラッタマトリクス  
 986: コモンゲーム  
 988: 水曜夜  
 990: プラッタマトリクス  
 992: コモンゲーム  
 994: 水曜夜  
 996: プラッタマトリクス  
 998: コモンゲーム  
 1000: 水曜夜

310 : 11 : 015  
 319 : 11 : 015  
 331 : 11 : 015

【図66】

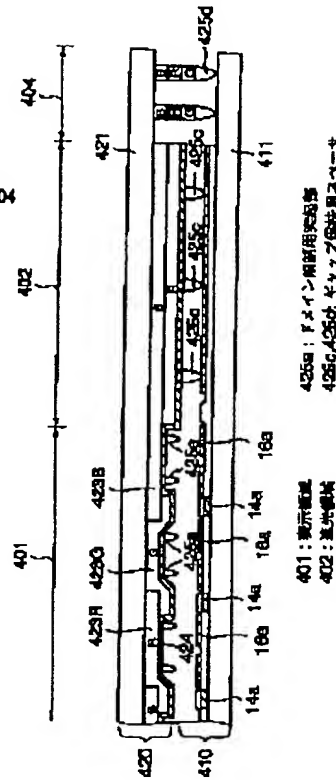
図18の実施の形態



400 : 液晶パネル  
401 : 表示領域  
402 : 透光領域  
403 : シール材  
404 : 液晶注入口

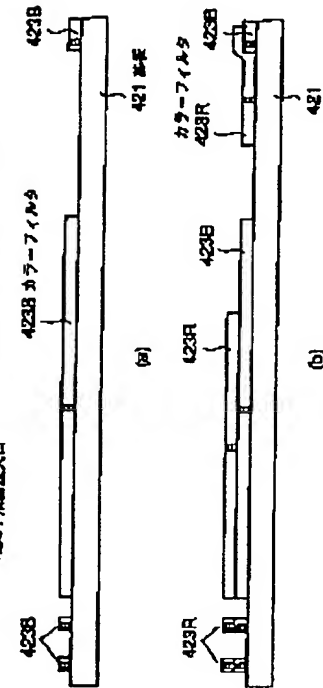
【図67】

液晶パネルの断面図



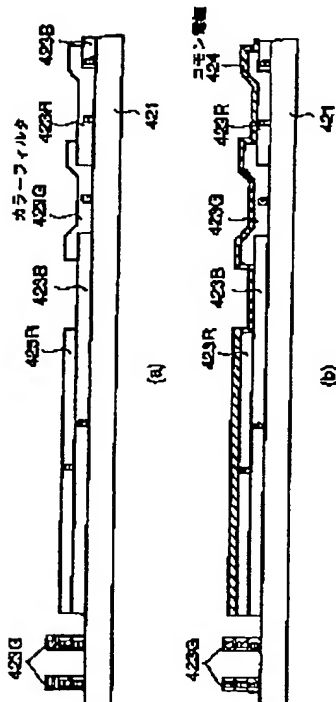
【図68】

CF基板の製造方法 (断面図)



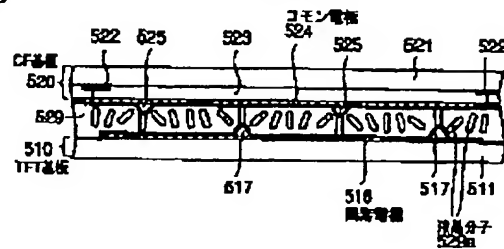
【図69】

CF基板の製造方法 (断面図2)



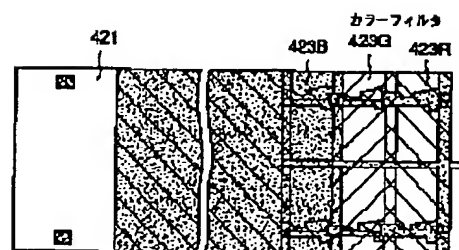
【図73】

従来の液晶表示装置 (1)

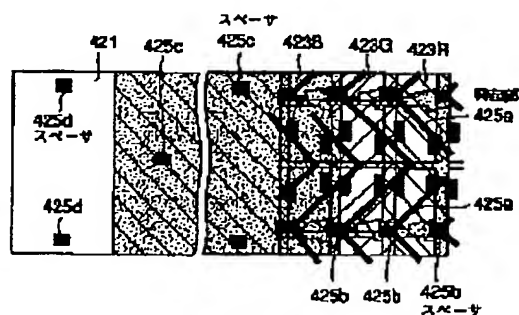


【图 7-2】

## CF 基板の製造方法 (平面型2)



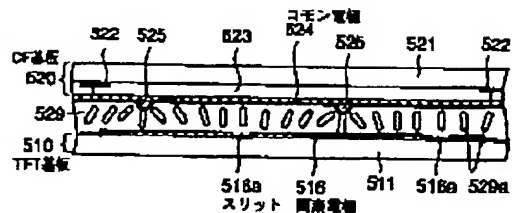
(a)



(b)

【图 7 5】

従来の液晶表示装置 (2)



「コード」(参考)

3 4 9 B 5 G 4 3 5

349C

500

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

1号 富士通株式会社内

(72)発明者	伊丹 直重 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内	F ターム(参考)	2H089 LA09 LA20 MA04X NA14 NA24 QA06 QA12 QA14 QA16 RA05 RA13 RA14 TA04 TA05 TA09 TA12 TA13
(72)発明者	田野瀬 友則 鳥取県米子市石州府字大塚ノ貳650番地 株式会社米子富士通内	2H090	H804X HD05 HD07 KA05 KA14 LA02 LA04 MA01
(72)発明者	松井 直宣 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内	2H091	FA02Y FA08X FA08Z FA35Y FB08 FC10 FC12 FC26 FDO4 GA06 GA07 GA08 GA13 GA16 HA07 HA12 LA03 LA12 LA15 LA16
(72)発明者	細川 和行 鳥取県米子市石州府字大塚ノ貳650番地 株式会社米子富士通内	2H092	JA26 JA33 JA35 JA39 JA44 JB24 JB27 JB33 JB52 JB57 JB69 KA04 KA05 KA12 KA18 KA24 KB24 MA05 MA13 MA37 NA27 PA02 PA03 PA08 PA09 QA07 QA13 QA14
(72)発明者	谷口 洋二 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内	5C094	AA02 BA03 BA43 CA19 CA23 EA03 EA04 EA07 EC10 ED02 ED15 GB01
(72)発明者	中野 晋 鳥取県米子市石州府字大塚ノ貳650番地 株式会社米子富士通内	5G435	AA01 AA17 BB12 CC09 CC12 FF13 GG12 KK05